

VU Research Portal

Insecten als verontreinigingsbron voor vogels in het uiterwaardengebied

van Hattum, A.G.M.; Epema, O.J.; Boudewijn, T.J.

2000

document version

Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link to publication in VU Research Portal](#)

citation for published version (APA)

van Hattum, A. G. M., Epema, O. J., & Boudewijn, T. J. (2000). *Insecten als verontreinigingsbron voor vogels in het uiterwaardengebied*. (IVM Report; No. E-00/07). Instituut voor Milieuvraagstukken, Vrije Universiteit.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

E-mail address:

vuresearchportal.ub@vu.nl

Insecten als verontreinigingsbron voor vogels in het uiterwaardengebied

B. van Hattum, O.J. Epema en T.J. Boudewijn *

Instituut voor Milieuvraagstukken – Vrije Universiteit

* Bureau Waardenburg BV

Rapportnummer E-00/07

December 2000

Een onderzoeksproject uitgevoerd in opdracht van Rijkswaterstaat RIZA (opdrachtbon nr. 30671/WSE, d.d. 07/09/98)

IVM

Instituut voor Milieuvraagstukken
Vrije Universiteit
De Boelelaan 1115
1081 HV Amsterdam

Tel. 020-4449 555

Fax. 020-4449 553

E-mail: secr@ivm.vu.nl

Copyright © 2000, Instituut voor Milieuvraagstukken

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de houder van het auteursrecht.

Inhoud

1.	Inleiding	1
2.	Opzet literatuuronderzoek	2
3.	Voedselkeuze moerasvogels	5
3.1	Dodaars (<i>Tachybaptus ruficollis</i>)	5
3.2	Zwarte stern (<i>Chlidonias niger</i>)	6
3.3	Rietzanger (<i>Acrocephalus schoenobaenus</i>)	8
3.4	Grote karekiet (<i>Acrocephalus arundinaceus</i>)	9
3.5	Schatting van de dagelijkse voedselopname	12
3.6	Samenvatting voedselkeuze	13
4.	Toxicokinetiek van microverontreinigingen bij grote insecten(larven)	15
5.	Kans op doorvergiftiging	21
6.	Veldonderzoek eieren grote karekiet	23
6.1	Analysemethoden	23
6.2	Resultaten	25
7.	Contouren van voorgesteld macrofauna-onderzoek	33
7.1	Algemeen	33
7.2	Te bemonsteren soorten	34
7.3	Praktische uitvoering	35
7.4	Onderzoekslocaties	35
8.	Conclusies en aanbevelingen	37
9.	Referenties	41
10.	Bijlagen Literatuurstudie	49
11.	Bijlagen Veldstudie	67

Voorwoord

Op een groot aantal plaatsen in het rivierengebied vindt op dit moment natuurontwikkeling plaats in het kader van Ruimte voor de Rivier. Hierbij ontstaan op veel plaatsen moerasgemeenschappen en al dan niet van de rivier geïsoleerde gebieden. Naar verwachting zullen in deze watersystemen rijke macrofaunagemeenschappen ontstaan en zullen de moerasgemeenschappen in de uiterwaarden een belangrijk potentieel voedselareaal voor riet- en moerasvogels gaan worden. De uiterwaarden zijn echter matig tot lokaal soms aanmerkelijk verontreinigd. Eén van de potentiële risico's van de natuurontwikkeling is doorvergiftiging van toxicanten via voedsel naar vogels.

Tegen deze achtergrond is door het RIZA een opdracht versterkt aan het IVM om in samenwerking met Bureau Waardenburg BV een literatuur- en oriënterend veldonderzoek uit te voeren naar deze aspecten.

Het hier beschreven onderzoek had tot doel: het inventariseren van de mate waarin aquatische ongewervelden (met name grotere insectensoorten) een verontreinigingsbron kunnen vormen voor typische riet- en moerasvogels, zoals onder meer de grote karekiet, dodaars, rietzanger en zwarte stern. Daarnaast zijn in dit onderzoek chemische analyses uitgevoerd in eieren van de grote karekiet, die door Dr. J. Graveland (Rijkswaterstaat, RIKZ) zijn verzameld in NW-Overijssel en voor het onderzoek ter beschikking zijn gesteld.

Het project werd gecoördineerd vanuit het RIZA door Mevr. Drs. J. de Jonge. Binnen het Bureau Waardenburg is aan het project meegewerkt door Drs. ing. R. Lensink (dodaars, rietzanger, grote karekiet), ing. R. Munts en Drs. K. van den Winden (zwarte stern). Aan de begeleiding is verder bijgedragen door deelnemers aan het steenuilonderzoek. De auteurs danken alle betrokkenen voor hun medewerking.

Samenvatting

In het kader van de natuurontwikkeling in het uiterwaardengebied ontstaan op veel plaatsen watersystemen met rijke moerasgemeenschappen, die een belangrijk potentieel voedselareaal voor riet- en moerasvogels gaan vormen. De uiterwaarden zijn echter matig tot lokaal soms aanmerkelijk verontreinigd. Eén van de potentiële risico's van de natuurontwikkeling is doorvergiftiging van toxicanten via voedsel naar insectivore vogels.

De hier beschreven studie, uitgevoerd in opdracht van het RIZA, had tot doel het inventariseren van het belang van insecten als voedselbron voor typische riet- en moerasvogels, zoals onder meer de grote karekiet, dodaars, rietzanger en zwarte stern, alsmede de mate waarin grotere insectensoorten een verontreinigingsbron kunnen vormen. Daarnaast zijn oriënterende chemische analyses uitgevoerd aan eieren van de grote karekiet uit NW-Overijssel.

Voor de beschouwde soorten geldt dat in alle gevallen grotere libellen en kevers een rol spelen in het dieet. In veel gevallen kan niet van een echte vaste preferentie gesproken worden, aangezien de meeste soorten opportunisten zijn en de preferenties vaak lokatie- en seizoensspecifiek kunnen zijn. Bij de zwarte stern lijkt de nadruk overwegend op kleinere vissoorten te liggen en met name bij de grote karekiet lijkt er sprake te zijn van een voorkeur voor grotere insecten. Op basis van in de literatuur beschreven generieke relaties zijn schattingen gemaakt van energiebehoefte en voedselconsumptie voor de beschouwde soorten.

In enkele recente Noord-Amerikaanse studies is voedselketenoverdracht bij insectivore riet- en moerasvogels (boomzwaluw, roodschoudertroepiaal) aangetoond voor PCB's, OCB's en Hg. Verder werden weinig bruikbare gegevens gevonden met betrekking tot gehalten en accumulatiefactoren (BCF, BSAF) voor microverontreinigingen in grotere insectensoorten en de turn-over naar emergente adulte stadia, alsmede voor biomagnificatie (BMF) in insectivore vogels. De gevonden ranges uit de Amerikaanse studies voor BSAF en BMF komen overeen met in de literatuur beschreven verwachtingswaarden en in het Rijn-Maas stroomgebied aangetroffen waarden. Voor de volwassen stadia van libellen en andere emergente grote insecten zijn geen gegevens bekend uit veldstudies en is er een grote behoefte aan onderbouwende meetgegevens.

Gezien de grote onzekerheden in de dieetsamenstelling (hoofdstuk 3), de toxicokinetische parameters (hoofdstuk 4), en het ontbreken van informatie over de gevoeligheid van de beschouwde riet- en moerasvogels is geen verder gevolg gegeven aan het meer kwantitatief invullen van een doorvergiftigings- en risicomodel. Op basis van de beperkte toxicokinetische gegevens en dieetschattingen is een voorlopige schatting gemaakt van de te verwachten blootstelling van insectivore riet- en moerasvogels aan PCB-153, uitgaande van sedimentgehalten in laag en matig-hoog belaste gebieden, zoals de uiterwaarden. De voorbeeldberekeningen voor PCB-153 bevestigden dat via de insecten een aanzienlijke opname kan plaatsvinden en dat de gehalten in insectivore riet- en moerasvogels in verontreinigde gebieden naar verwachting iets lager zullen liggen dan, of – onder worst case condities – vergelijkbaar kunnen zijn met concentraties in schelpdier- of visetende vogelsoorten.

De verkennende veldstudie met betrekking tot gehalten in eieren van de grote karekiet in

verschillende biotopen in NW-Overijssel bevestigde het beeld van de literatuurstudies. Voor een aantal stoffen (totaal PCB's, planaire PCB's, HCB, β -HCH, Hg en Cd) werd een duidelijke gradiënt gevonden met hoge waarden in het Ketelmeer, relatief lage waarden in de binnenwateren en voor sommige stoffen intermediaire waarden in het Zwarte Meer.

De gemeten PCB gehalten kwamen overeen met de berekende range uit de voorbeeldberekeningen en lagen in het algemeen iets lager dan de waarden uit literatuuronderzoek en Nederlandse gegevens voor aalscholvers, maar waren vergelijkbaar met meetgegevens voor eieren van andere vis- of schelpdieretende soorten in Nederland. Aanwijzingen voor mogelijk lokaal specifiek verhoogde blootstelling werden gevonden voor Cd (Ketelmeer) en p,p'-DDE (Zwarte Water).

De Hg, OCB en Σ 7PCB gehalten liggen in het algemeen ruim onder voor andere soorten in de literatuur beschreven effectniveaus. De niveaus van PCB's met een dioxine-achtig werkingsmechanisme (uitgedrukt als dioxine equivalenten) liggen in de effect range van extreemgevoelige soorten (kip kuikens) en ruim onder niveaus gerapporteerd voor minder gevoelige soorten. Alleen indien de beschouwde riet- en moerasvogelsoorten vergelijkbaar gevoelig zijn als de kip, hetgeen niet erg waarschijnlijk lijkt, zou hier sprake kunnen zijn van aanmerkelijke risico's.

Alvorens voor insectivore vogels gebruik te kunnen maken van generieke blootstellings- en risicomodellen, zoals bijvoorbeeld het OMEGA model, wordt aanbevolen om in een aantal gesignaleerde kennisleemtes te voorzien. Het betreft hier vooral het vaststellen van gehalten, biota-sediment accumulatiefactoren (BSAF), de turn-over van stoffen tijdens de overgang van larvale naar adulte stadia van belangrijke grote insectensoorten (libellen, kevers), onderzoek aan eieren en weefsels van riet- en moerassoorten voor het vaststellen van biomagnificatiefactoren (BMF), en onderzoek naar de relatieve gevoeligheid van riet- en moerasvogels. In het rapport is een concrete opzet voor mogelijk vervolgonderzoek aan insectivore voedselketens in relevante biotopen uitgewerkt.

Inleiding

Op een groot aantal plaatsen in het rivierengebied vindt op dit moment natuurontwikkeling plaats. In het kader van Ruimte voor de Rivier en de daarmee samenhangende verlaging van de uiterwaarden zullen er waterrijke gebieden ontstaan, met poelen, plassen, strangen, nevengeulen, etc. Naar verwachting zullen in deze wateren rijke macrofauna levensgemeenschappen ontstaan waarop ook riet- en moerasvogels afkomen.

De uiterwaarden van grote en kleine rivieren in Nederland hebben veelal een industriële of agrarische bestemming. De laatste jaren wordt het besef groter dat een meer oorspronkelijk gebruik een aantal voordelen heeft. Uit waterloopkundig oogpunt is het opnieuw betrekken van de uiterwaarden bij de rivier gunstig, aangezien dit de snelheid waarmee het water wordt afgevoerd verlaagt. De capaciteit van rivieren wordt dan groter, winterdijken hoeven derhalve niet verhoogd te worden en zo zijn er meer economische voordelen die opwegen tegen het verlies van landbouwgrond.

De uiterwaarden zijn echter matig tot lokaal sterk verontreinigd en ook de waterkwaliteit, hoewel sterk verbeterd de laatste jaren, heeft nog niet de gewenste kwaliteit bereikt. In hoeverre deze verontreinigingen mogelijk een belemmering vormen voor de zich ontwikkelende natuur wordt op diverse fronten thans onderzocht. Eén van de potentiële risico's is de doorvergiftiging van toxicanten via voedsel naar vogels. Hierover zijn diverse literatuurstudie uitgevoerd en is een projectplan voor onderzoek opgesteld (Groen 1997; Boudewijn & Groen 1998). In dit kader is gesignaleerd dat er op dit moment onvoldoende gegevens beschikbaar zijn voor een evaluatie van mogelijke doorvergiftigingsrisico's bij een aantal vogelsoorten, die foerageren op grotere insecten en macrofaunasoorten, die hun larvale stadium in het aquatisch ecosysteem doorbrengen. Het gaat hier met name om een aantal karakteristieke riet- en moerasvogels, zoals bijvoorbeeld de grote karekiet, dodaars, rietzanger en zwarte stern.

Over de ophoping en het gedrag van contaminanten in het benthos (muggenlarven, wormen, weekdieren) is reeds veel gepubliceerd. Over de opname en doorgifte van stoffen bij de verschillende levensstadia van grotere insecten zoals libellen en waterkevers is echter nog weinig bekend. Een aantal van deze insecten(larven) staat echter op zich weer aan het einde van een korte voedselketen, zodat er mogelijk sprake kan zijn van biomagnificatie. Tegen deze achtergrond is door het RIZA een opdracht verstrekt aan het IVM en Bureau Waardenburg BV om een literatuuronderzoek uit te voeren naar deze aspecten.

Daarnaast is een verkennend onderzoek uitgevoerd naar gehalten van microverontreinigingen in eieren van de grote karekiet, verzameld in verschillende gebieden in Noordwest-Overijssel. Bij dit onderzoek kon gebruik gemaakt worden van in 1996 en 1997 door Dr. J. Graveland (RIKZ) verzamelde eimonsters van de grote karekiet.

Concreet had het hier beschreven onderzoek tot doel:

literatuurstudie naar de voedselkeuze van moerasvogels en het aandeel van grotere insecten hierin;

literatuurstudie naar veldgehalten en toxicokinetiek van verontreinigingen bij grotere insecten (larven);

inventarisatie van mogelijke risico's van doorvergiftiging bij insectivore riet- en moerasvogels;

oriënterende analyses eieren grote karekiet (NW-Overijssel);

conclusies en aanbevelingen voor mogelijke aanvullende studies.

De deskstudies vallen uiteen in een onderdeel gericht op voedselkeuze van riet- en moerasvogels (H3), een onderdeel gericht op de toxicokinetiek van microverontreinigingen bij ongewervelde prooissoorten en overdacht naar insectivore vogels (H4), en een integrerend onderdeel gericht op de mogelijkheden tot voorspelling van voedselketenoverdracht en risico's van microverontreinigingen (H5). De resultaten van de oriënterende analyses van grote karekiet eieren uit NW-Overijssel zijn beschreven in Hoofdstuk 6. Aanbevelingen voor een voorgesteld onderzoeksprogramma zijn beschreven in Hoofdstuk 7.

Opzet literatuuronderzoek

Er zijn verschillende elektronische databases met literatuurinformatie geraadpleegd. Met name de Biological Abstracts vanaf 1990, maar ook de MilieuCD, de BIOSYS database en de On-Line Contents database van IBL/NCC.

Voedselkeuze van gekozen vogelsoorten

In overleg met de opdrachtgever is uitgegaan van de volgende vier insectivore riet- en moerasvogelsoorten:

Dodaars *Tachybaptus ruficollis*

Zwarte stern *Chlidonias niger*

Rietzanger *Acrocephalus schoenobaenus*

Grote karekiet *Acrocephalus arundinaceus*

De searches werden gericht op dieetsamenstelling, voedselpreferenties in relatie tot opname van contaminanten uit de leefomgeving, en mogelijke effecten.

De treffers op basis van de soort- en familienamen werden gecombineerd met de onderstaande trefwoorden:

Ingangen *Keywords*

Voedsel diet, food, prey selection, feeding (ecology), food selectivity/ availability, foraging

Broeden reproduction, nesting, breeding/reproductive success, clutch size, fertility

Energiegebruik energetics, food requirements, energy budget

Verontreinigingen contaminants, pollutants, (reproductive) toxicity, (environmental) contamination, pollution, toxicodynamics, biomagnification, food chain transfer

Verder is veel gebruik gemaakt van handboeken en standaardwerken op vogelgebied.

Toxicokinetiek van microverontreinigingen bij grote insecten(larven)

Insectennamen zijn als uitgangspunt genomen voor de zoekacties. De volgende systematische aanduidingen en taxonomische keywords zijn gebruikt:

- Insecta (insecten)
- Odonata (libellen)
- Coleoptera (kevers)
- Trichoptera (kokerjuffers)
- Ephemeroptera (haften, eendagsvliegen)
- Hemiptera (wantsen)
- Plecoptera (steen- of oevervliegen)
- Megaloptera (slijkvliegen)

Uit het literatuuronderzoek naar de voedselkeuze (H2) bleken achteraf ook andere soortgroepen interessant te zijn. Die zijn echter niet meer meegenomen in een zoekactie. De treffers in de searches op basis van de soortnamen werden gecombineerd met de onderstaande trefwoorden:

<i>zware metalen:</i>	Cd, cadmium, Zn, zinc, Copper, Cu, lead, Pb, mercury, Hg, trace metals, heavy metals
<i>organisch stoffen:</i>	PCB, OCP, DDT, DDD, DDE, drins, chlordane, (hexa)chlorobenzene(s)
<i>toxicokinetiek:</i>	BAF, bioaccumulation, BSAF, BCF, bioconcentration, BMF, biomagnification, trophic transfer

Uiteindelijk zijn ca. 90 referenties geselecteerd. In totaal bleek ca. 70% van de publicaties bruikbaar, na screening op de aanwezigheid van relevante en betrouwbare meetgegevens. In de bijlagen zijn deze basisgegevens overgenomen.

1. Voedselkeuze moerasvogels

Voor een aantal karakteristieke riet- en moerasvogels (dodaars, zwarte stern, rietzanger, grote karekiet) is literatuur onderzoek gedaan naar voedselkeuze en consumptie. De doelen van dit deel van het literatuuronderzoek waren: het maken van een inschatting van het belang van grote insecten(larven) en macrofaunasoorten in het dieet, identificatie van mogelijk preferente prooisoorten in de uiterwaardgebieden, en zo mogelijk het vaststellen van geconsumeerde hoeveelheden. Dit onderdeel is door Bureau Waardenburg BV uitgevoerd. Onderstaand wordt per soort een overzicht van de verzamelde gegevens gepresenteerd. Over het algemeen bleken buiten de informatie uit de handboeken weinig literatuurgegevens beschikbaar te zijn.

1.1 Dodaars (*Tachybaptus ruficollis*)

In het broedseizoen worden vooral insecten en hun larven geconsumeerd (Bauer & Glutz von Blotzheim 1966, Cramp & Simmons 1977). Daarnaast worden soms ook mollusken, Crustaceaën, larvale stadia van amfibieën en kleine vissen (tot 11 cm) gegeten, waaronder veel tiendoornige stekelbaarsjes. De meeste prooien worden onder water verzameld, tot een diepte van 1 m en zelden tot 2 m. Een deel van de insecten wordt ook van het wateroppervlak of uit de lucht gevangen. In de winter bestaat het voedsel voor 40-50 % uit 5-7 cm lange vis. Van 66 magen van vogels uit de Bodensee bevatte 87 % hoofdzakelijk insecten (vooral Kokerjufferlarven, steenvliegen en kevers) en mollusken (vooral *Lymnaea* en *Planorbis*), 67 % vis. Vijf van de zeven magen van vogels uit Deense wateren bevatten alleen insecten, voornamelijk *Corixa*, *Notanecta* en Kokerjufferlarven en de overige magen bevatten vis. In tegenstelling tot de winter, worden in de zomer nauwelijks vissen gevangen. Wel worden door broedparen stekelbaarsjes gegeten (Cramp & Simmons 1997).

In het broedseizoen wordt op insecten uit de volgende groepen gefoerageerd:

<i>Ephemeroptera</i>	Haften
<i>Odonata</i>	Libellen (larven)
<i>Plecoptera</i>	Steenvliegen
<i>Coleoptera</i>	(water)kevers (<i>Notonecta</i> , <i>Plea</i> , <i>Nancoris</i> , <i>Gerris</i> , <i>Corixa</i>)
<i>Diptera</i>	Tweevleugeligen, vooral <i>Chironomidae</i> (dansmuggen)
<i>Trichoptera</i>	Kokerjuffers, o.a. <i>Rhyacophilidae</i>

Uit andere diergroepen worden onder meer geconsumeerd:

<i>Crustacea</i>	Zoetwatergarnalen ea.
<i>Gastropoda</i>	Slakken (met name <i>Lymnaea</i> en <i>Planorbis</i>)
<i>Bivalvia</i>	Tweekleppigen

In tegenstelling tot de winter, worden in de zomer nauwelijks vissen gevangen.

Er zijn geen gegevens bekend over de voedselkeus in een uiterwaard. Evenmin is dit het geval voor veranderingen in de loop van het broedseizoen.

Er zijn geen gegevens bekend over de verschillen en overeenkomsten in dieet tussen oude en jonge vogels.

Over de geconsumeerde hoeveelheden zijn geen gegevens beschikbaar.

1.2 Zwarte stern (*Chlidonias niger*)

Zwarte sterns foerageren in de broedperiode in Europa hoofdzakelijk op invertebraten, vis en amfibieën (Anonymous 1985; Glutz von Blotheim & Bauer 1982). Tabel 3.1 bevat een lijst met prooi-soorten bekend uit Europa. Hieruit blijkt dat een breed voedsel-spectrum van zowel terrestrische als aquatische prooi-soorten benut wordt. Bovendien worden in belangrijke mate insecten gegeten die in de lucht actief (kunnen) zijn.

De voedselsamenstelling van de sterns varieert sterk per locatie en is geheel afhankelijk van het aanbod ter plaatse. In een kolonie bij de Oder delta (Duitsland) werd hoofdzakelijk gevoerd op aquatische insecten en hun larven (o.a. libellen, waterkevers, vlinders), vis en vliegende mieren (Cramp 1985). In de voormalige Sovjetunie werd een belangrijk aandeel van waterkeverlarven vastgesteld (67%) met daarnaast terrestrische kevers (74%), *Melolontha* (25%) en vlinders (10%) met een klein aandeel vis (7%), enkele kikkers en hun larven, zwermende mieren en sprinkhanen (1%). Op locaties met veel amfibieën en vis werden echter hoofdzakelijk deze prooitypen gegeten (resp. 41% en 21%).

Op veel broedplaatslocaties speelt vis geen rol van betekenis als voedsel, maar uitzonderingen hierop worden regelmatig beschreven met lokaal een aandeel van vis tot 25% (Glutz von Blotheim & Bauer 1982).

In Nederland komt de voedselsamenstelling in grote lijnen overeen met die in Europa; met insecten, invertebraten, en vis als belangrijkste prooien (Haverschmidt 1978). De voedselsamenstelling wordt in hoge mate bepaald door de in de buurt van de broedlocatie beschikbare prooien. In gebieden met een grote abundantie van grote waterinsecten en afwezigheid van vis, zoals hoogvenen, worden vrijwel uitsluitend insecten en hun larven gegeten (libellen, waterkevers). Baarspul & de Krijger (1997) geven respectievelijke percentages op voor *Dytiscus* larven (10-20%), *Heteroptera aquatica* (10-20%), *Zygoptera imago* (kleine libellen) (10-30%) en *Zygoptera larve* (5-10%) voor een hoogveen in Drenthe.

In gebieden met zowel vis als invertebraten varieert de prooisamenstelling naar gelang het aanbod ter plaatse. In laagveenmoerassen kan het percentage vis oplopen tot meer dan 80% (Beintema 1993; Beintema *et al.* 1998). Insecten spelen in dergelijke situaties een ondergeschikte rol. Vooral wanneer het voedsel op gewichtsbasis wordt beschouwd.

Tabel 1.1 Prooitypen die door Zwarte sterns in het broedseizoen worden gegeten in Europa. Deze lijst is niet volledig, maar indicatief voor de breedte van het prooienspectrum*.

Prooitype	Taxon
Kevers	<i>Carabus, Poecilus, Harpalus, Pterostichus, Amara, Ilybius, Rhan-tus, Cybister, Hydrophilus, Laccobius, Enochrus, Berosus, Aphodi-us, Melolontha, Bembidion, Onthophagus, Anisoplia, Anomala, Agriotes, Donacia, Lixus, Chlorophanus,</i>
Tweevleugeligen	<i>Tipulidae, Simulium, Culex, Chironomidae, Ephydridae, Tachini-dae, Stratiomyidae, Tabanus, Helophilus,</i>
Libellen	<i>Anisoptera, Zygoptera,</i>
<i>Phryganeidae</i>	<i>Limnephilus griseus</i>
Wantsen	<i>Notonecta, Ilyocoris, Corixa, Gerris,</i>
<i>Lygaeidae</i>	<i>Hydrometra, Tropicoris</i>
vlinders en nachtvinders	
<i>Ephemeroptera</i>	
Sprinkhanen, krekels	<i>Gomphocerus, Myrmeleotettix, Oedipoda, Gryllidae, Acrididae</i>
Cicaden	
Wespachtigen	Mieren, termieten
Spinnen	
Regenwormen	
Bloedzuigers	
Mollusken	
<i>Crustaceae</i>	<i>Artemia, Triops, Branchipus</i>
Amfibieën	Kikkers, en hun larven
Vissen	<i>Esox, Perca, Gasterosteus, Cyprinus, Osmerus, Brachydeuterus, Rutilus</i>

* Bron: Anonymous (1985); Glutz von Blotheim & Bauer (1985); Haverschmidt (1978).

Er zijn uit de uiterwaarden in Nederland, die onder invloed staan van de rivierdynamiek, geen gegevens bekend over de voedselsamenstelling van de zwarte stern. Wel zijn er gegevens bekend van vogels die foerageren in het rivierengebied. In de Ooypolder werd op aantalsbasis de volgende voedselsamenstelling vastgesteld (Van Oers 1994): vis (30%), regenwormen (2%), *Zygoptera* (kleine libellen) (5%), *Anisoptera* (grote libellen) (3%), insect klein (28%) en onbekend (33%) (Van Oers 1994). Indien er een omrekening gemaakt wordt naar prooilengte kunnen deze percentages als volgt worden samengevat: vis (39%), regenwormen (7%), *Zygoptera* (7%), *Anisoptera* (8%), insect klein (18%) onbekend (21%). Hoewel deze voedselsamenstelling slechts tijdens één seizoen werd bepaald, is het waarschijnlijk dat het gemiddelde patroon hier jaarlijks niet van afwijkt (Beintema *et al.* 1998). Samenvattend betekent dit dat kleine insecten op aantalsbasis in dergelijke rivierecosystemen dominant zijn, maar dat vooral vis op gewichtsbasis dominant is. Grote insecten spelen een relatief beperkte rol. Dit is behalve in hoogveenecosystemen vrijwel overal in Nederland het geval.

De meeste aandacht in voedselstudies gaat uit naar de samenstelling van de prooien die aan de jongen worden aangeboden. Er zijn geen gedetailleerde studies gepubliceerd over de voedselsamenstelling van adulte vogels in Nederland. Uit studies in het buitenland van de samenstelling van de prooien in de magen van zwarte sterns komt naar voren dat de voedselsamenstelling in grote lijnen niet afwijkt van de prooisamenstelling, die aan de jongen wordt gevoerd (Cramp 1985, Glutz von Blotheim & Bauer 1982). In de fase

waarin de vrouwtjes de eieren leggen worden deze gevoerd door het mannetje. Over de prooisamenstelling van deze voeractiviteiten is slechts anekdotisch informatie gepubliceerd. Baggerman *et al.* (1956) beschrijven een voorkeur voor grote prooien tijdens deze zogenaamde 'visvluchten': vis (58%), Anisoptera (18%). In gebieden in Utrecht was de prooisamenstelling tijdens deze 'visvluchten' in grote lijnen vergelijkbaar met de prooisamenstelling van het voedsel dat aan de jongen werd aangeboden (J. van der Winden ongepubl.).

Samenvattend kan gesteld worden dat in de huidige situatie in Nederland grote insecten op gewichtsbasis in de meeste ecosystemen, waaronder rivierecosystemen, een ondergeschikte rol spelen in de voedselsamenstelling van zwarte sterns. Alleen in uitzonderlijke situaties, bijvoorbeeld bij hoogvenen, kunnen grote (water)insecten het belangrijkste voedsel vormen. Het is niet uit te sluiten dat in de toekomst, wanneer grote insecten talrijker worden in rivierecosystemen, deze groep weer een belangrijkere rol kan gaan spelen als voedsel voor zwarte sterns.

1.3 Rietzanger (*Acrocephalus schoenobaenus*)

Literatuur: volledig gebaseerd op de samenvattingen in handboeken (Cramp 1992; Glutz von Blotzheim & Bauer 1991).

In het broedseizoen bestaat het voedsel voor het overgrote deel uit insecten. Verschillen in de loop van het seizoen weerspiegelen vooral het aanbod. Pas bij een zeer groot voedselaanbod gaat de soort voorkeuren vertonen.

In de West-Palearctis worden de volgende groepen insecten benut:

<i>Ephemeroptera</i>	Haften
<i>Odonata</i>	Libellen
<i>Orthoptera</i>	Sprinkhanen
<i>Psocoptera</i>	Boekluizen
<i>Hemiptera</i>	Waterwantsen (adult en larve)
<i>Neuroptera</i>	Gaasvliegen (adult en larve)
<i>Lepidoptera</i>	Vlinders (adult en larve)
<i>Tricoptera</i>	Kokerjuffers
<i>Diptera</i>	Tweevleugeligen
<i>Hymenoptera</i>	Vliesvleugelingen
<i>Coleoptera</i>	Kevers (adult en larve)
<i>Opiliones</i>	Hooiwagens

Daarnaast foerageert de soort ook op *Araneae* (Spinnen).

Uit deze groepen worden vooral de soorten met een zacht lijf (weinig chitine) geconsumeerd. Prooi-resten in feces van de rietzanger (o.a. van spinnen, vliegen, kevers en wespen) waren in een studie in West-Frankrijk als volgt over grootteklassen verdeeld: 2-4 mm 90%, 4-6 mm 9 % en >6 mm 1%; de werkelijke prooigroottes waren evenwel groter. Uit Duitse studies volgt dat de gemiddelde prooigrootte ongeveer 6 mm bedraagt.

Het dieet van jongen komt sterk overeen met dat van adulten. In een Noord-Franse studie was het voedselpakket van de jongen als volgt samengesteld: 47,2% bladluizen,

9,8% spinnen, 8,4% larven en adulten van *Lepidoptera*, 7,8% *Rhagionidae* (Snipvliegen), 4,2 % *Neuroptera*, 22,6% anderen. In een studie in Litouwen bestond het dieet van de jongen uit: 76,4 % *Diptera* (waarvan 69,3% *Chironomidae*), 9,8% *Hemiptera*, 5,4 % *Coleoptera* en 8,4% andere groepen. Uit beide studies volgt dat de jongen overwegend met kleinere prooi-items worden gevoerd dan de adulte vogels gemiddeld consumeren en met een duidelijke voorkeur voor luizen en muggen.

In een studie naar de broedzorg van rietzangers bleek dat adulten hun jongen 3-21 uur per dag voeren, zonder een eenduidige trend. In de loop van het opgroeien nam de voederfrequentie toe van 6 maal per uur op de eerste levensdag tot 28 maal per uur op de twaalfde dag. Per voeding krijgen de jongen gemiddeld 4-5 prooien met een minimum van 1 en een maximum van 20 items.

1.4 Grote karekiet (*Acrocephalus arundinaceus*)

Literatuur: gebaseerd op de samenvattingen in de handboeken van Cramp (1992) en Glutz von Blotzheim & Bauer (1991), aangevuld met Graveland (1996).

In het broedseizoen bestaat het voedsel hoofdzakelijk uit insecten, aangevuld met spinnen, slakken en andere kleine ongewervelden. Voedsel wordt in meerderheid op het land verzameld, als ook van het wateroppervlak (of net daaronder) of in de lucht. Voedselgebieden liggen vooral op de overgang van land naar water. Zo werd in een studie in Litouwen 44,9% van de items (naar gewicht) op vegetatie verzameld, 39,9% gevleugelde insecten, 11,5 van het wateroppervlak en de rest van de grond. In de Camargue (zuid-Frankrijk) werd 61,4% (naar aantal) bemachtigd op vegetatie, 25,3 % van het water, 9,8% uit de lucht en 3,4% van de grond.

De grote karekiet staat bekend als een generalist, die zijn voedselkeus sterk aanpast aan de beschikbaarheid ervan in de omgeving. Verschillen in voedselkeuze tussen gebieden zijn vaak terug te voeren op verschillen in aanbod. Deze hangen vaak weer samen met de aard en structuur van het landschap waarin de soort voorkomt. Omdat de soort vooral op de overgang van land en water foerageert houden deze verschillen vaak verband met de voedselrijkdom van het aquatische deel van het landschap.

In de West-Palearctis worden de volgende groepen insecten benut:

<i>Ephemeroptera</i>	Haften
<i>Odonata</i>	Libellen
<i>Plecoptera</i>	Steenvliegen
<i>Orthoptera</i>	Sprinkhanen
<i>Dictyoptera</i>	
<i>Isoptera</i>	Termieten
<i>Psocoptera</i>	Boekluizen
<i>Hemiptera</i>	Waterwantsen (adult en larve)
<i>Neuroptera</i>	Gaasvliegen (adult en larve)
<i>Mecoptera</i>	Schorpioenvliegen
<i>Lepidoptera</i>	Vlinders (adult, poppen en larve)
<i>Tricoptera</i>	Kokerjuffers (adult en larve)
<i>Diptera</i>	Tweevleugeligen

<i>Hymenoptera</i>	Vliesvleugeligen (adult en larve)
<i>Coleoptera</i>	Kevers (adult en larve)

Uit andere diergroepen worden ondermeer geconsumeerd:

<i>Araneae</i>	Spinnen (adult en cocon)
<i>Amphipoda</i>	vlokreeften
<i>Gastropoda</i>	Slakken

De grote karekiet benut weliswaar een groot aantal prooigroepen, maar heeft toch een duidelijke voorkeur voor grotere insecten. Tijdens een studie in NW-Overijssel (Graveland 1996) werd het aanbod van mogelijk geschikt voedsel in de waterrietzone en het werkelijk aangeboden menu van nestjongen (op droge stofbasis) met elkaar vergeleken. Hoewel libellen in de Weerribben slechts 5% van het mogelijk beschikbare voedselaanbod uitmaken, bestond het voedsel voor de nestjongen voor 43% uit libellenlarven. Verder werden met name later in het seizoen vooral motten en vlinders aangevoerd. In het Zwarte Meer was het insectenaanbod een factor 2 hoger. Dit werd vooral veroorzaakt door de grotere aantallen muggen en schietmotten. De hoeveelheid vlinders en motten lag echter lager dan in de Weerribben, terwijl libellen nauwelijks voorkwamen. Muggen en schietmotten werden echter in het Zwarte Water nauwelijks geconsumeerd, het voedsel bestond vooral uit rupsen, poppen en vlinders uit de meer op het land gelegen vegetatiezones. Deze werden tweemaal zoveel gegeten als in de Weerribben, hoewel ze daar in het waterriet veel talrijker waren. In het Zwarte Meer werden vooral veel rupsen van de Dagpauwoog gegeten, uit de ruigterand achter het waterriet.

In de Weerribben was de dichtheid van de grote karekiet op plaatsen met geschikt riet 4 maal zo hoog als in het Zwarte Water, terwijl het riet in het Zwarte Water op zich geschikter was voor grote karekieten. In dit laatste gebied was het uitvliegsucces per ei ook lager (0,70 *versus* 0,88) dan in de Weerribben (Graveland 1996).

De grote karekiet verzamelt gemiddeld grotere prooien dan bijvoorbeeld de rietzanger. In een studie op basis van prooi-resten in feces werd de volgende verhouding gevonden: 2-4 mm 64,3% van de items, 4-6 mm 28,5% en >6mm 7,2%. De werkelijke prooigroottes zijn groter dan deze maten suggereren. In een Duitse studie vingen adulte vogels prooien van 1-35 mm met een piek rond 12 mm. Voor de verwante kleine karekiet was de range 1-18 mm met een maximum rond 4,5 mm. De jongen worden soorten uit hetzelfde spectrum gevoerd als de adulten, al zijn de prooien gemiddeld kleiner. Uit de verschillende studies komt de eerder genoemde voorkeur voor grote insecten op verschillende manieren naar voren (Tabel 3.2).

Over de hoeveelheden die geconsumeerd worden zijn geen gegevens beschikbaar.

Tabel 1.2 Overzicht van de prooikeuze van de Grote Karekiet in vijf gebieden in Europa (naar Cramp 1992), verdeeld naar aantal en naar gewicht.

	Litouwen		Polen		Zwitserland		Frankrijk		Griekenland	
aantal broedsels	6		41		9		11		25	
aantal items	581		1096		486		533		117	
soortgroep(en):	aantal	gewicht	aantal	gewicht	aantal	gewicht	aantal	gewicht	aantal	gewicht
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
<i>Chironomidae</i>	68,7	27,4								
overige Diptera	2,4	4,3								
<i>Diptera</i>			17,2	5,1	67,8	24,4	11,9	9,5	17,9	12,4
kevers	12,7	28,4	14,0	12,1	7,2	20,7			15,4	11,9
spinnen	4,6	11,0	15,6	14,5	4,9	4,2	18,9	15,5	7,7	5,7
slakken	3,3	1,4	5,8	1,7	1,8	3,3	20,8	1,7	10,3	1,5
<i>Odonata</i> - adult			15,1	21,3			5,5	12,2	12,8	19,4
<i>Odonata</i> - larven			6,6	16,2						
waterjuffers	2,6	10,8	9,2	5,2	6,8	3,0				
<i>Lepidoptera</i>					2,6	27,9	6,6	8,3	5,1	12,4
<i>Orthoptera</i>							32,2	50,4	2,6	8,5
vis	1,9	8,1								
andere prooi-soorten	1,0	9,6	16,5	13,9	11,5	16,5	4,1	2,2	28,2	28,2
Prooigrootte (gem. in mm)	-		13,1		7,9		14,6		-	

- : onbekend

1.5 Schatting van de dagelijkse voedselopname

Voor zover bekend zijn er geen gedetailleerde studies naar de dagelijkse voedselopname van de geselecteerde soorten verricht. Behalve door rechtstreekse studies kunnen deze kwantitatieve gegevens ook benaderd worden door uit te gaan van algemene regressies waarin lichaamsgewicht wordt gerelateerd aan de dagelijkse energiebehoefte. Via een berekening waarin de verteringsefficiëntie en de energetische inhoud van het voedsel worden verdisconteerd kan dan vervolgens worden uitgerekend met welk gewicht aan voedsel dit overeen komt.

Door Aschoff & Pohl (1970) is een formule opgesteld voor de relatie tussen het lichaamsgewicht van een vogel en hoeveelheid energie die deze vogel dagelijks voor zijn basaalmetabolisme (BMR = Basal Metabolic Rate) nodig heeft:

$$\text{BMR} = 307.6 \times \text{Lichaamsgewicht (kg)}^{0.734} \text{ in KJ/vogel/dag}$$

Onder BMR wordt verstaan de hoeveelheid energie die een niet-actieve, niet-verterende vogel in een thermoneutrale omgeving gedurende de rustfase van zijn dagelijkse cyclus uitgeeft (Kersten & Piersma 1987). Het energieverbruik van vrijlevende, niet broedende of trekkende vogels (DEE = Daily Energy Expenditure) komt globaal gesproken neer op $2.6 \times \text{BMR}$ (Drent et al., 1978). De broedtijd is echter een zeer veel energie verbruikende periode, waarbij door de adulte vogels het energieverbruik kan oplopen tot $4 \times \text{BMR}$ (Drent & Daan 1980).

In tabel 3.3 wordt een schatting gegeven van de DEE en het maximale energieverbruik in de periode dat er jongen van voedsel voorzien moeten worden.

Tabel 3.3 Schatting van basaalmetabolisme (basal metabolic rate, BMR), dagelijks energieverbruik onder normale condities (daily energy expenditure, DEE) en tijdens broedperiode (Max), op basis van algemene allometrische relaties
*.

Soort	Gewicht **	BMR in kJ/vogel/dag	DEE in kJ/vogel/dag	Max. (4 x BMR) in kJ/vogel/dag
Dodaars	158	79.4	206.4	317.6
Zwarte stern	60	39.0	101.4	156.0
Rietzanger	12	11.6	31.2	46.4
Grote karekiet	28.4	22.5	58.6	90.1

* Ontleend aan: Aschoff & Pohl (1970), Kersten & Piersma (1987), Drent & Daan (1980), zie verdere toelichting in tekst. **: gemiddeld gewicht van het vrouwtje in het broedseizoen (Cramp 1985).

Door Nagy (1987) wordt een metaboliseerbare energie van 18 kJ per gram drooggewicht aan insecten opgegeven. Uitgaande hiervan kan de voedselconsumptie in gram droge stof op basis van de DEE en de Max ($4 \times \text{BMR}$) berekend worden. Dit staat weergegeven in tabel 3.4.

Tabel 3.4 *Schatting van voedselconsumptie (g dw. / dag) onder normale omstandigheden (DEE) en tijdens broedperiode (Max).**

Soort	Consumptie in g dw. (DEE)	Consumptie in g dw. (Max.)
Dodaars	11.5	17.6
Zwarte stern	5.6	8.7
Rietzanger	1.7	2.6
Grote karekiet	3.3	5.0

* op basis van gegevens in Tabel 3.3 and Nagy (1987).

1.6 Samenvatting voedselkeuze

In tabel 3.5 is een samenvatting gemaakt van de voedselkeuze van de boven beschreven gekozen soorten. Aangegeven zijn de prooi-soorten die in het dieet aangetroffen zijn. Voor alle soorten geldt dat grotere libellen en kevers een rol spelen in het dieet. In veel gevallen kan niet van een echte vaste preferentie gesproken worden, aangezien de meeste soorten opportunisten zijn en de preferenties vaak locatie en seizoensspecifiek kunnen zijn. Met dubbele aanduiding (xx) is in de tabel aangegeven dat bij de zwarte stern de nadruk overwegend op kleinere vissoorten ligt en dat bij de grote karekiet er sprake is van een voorkeur voor grotere insecten (libellen en kevers).

De samenstelling van het dieet is in de meeste gevallen sterk variabel. De literatuurgegevens bieden onvoldoende houvast om tot een betrouwbare opnameschatting te kunnen komen.

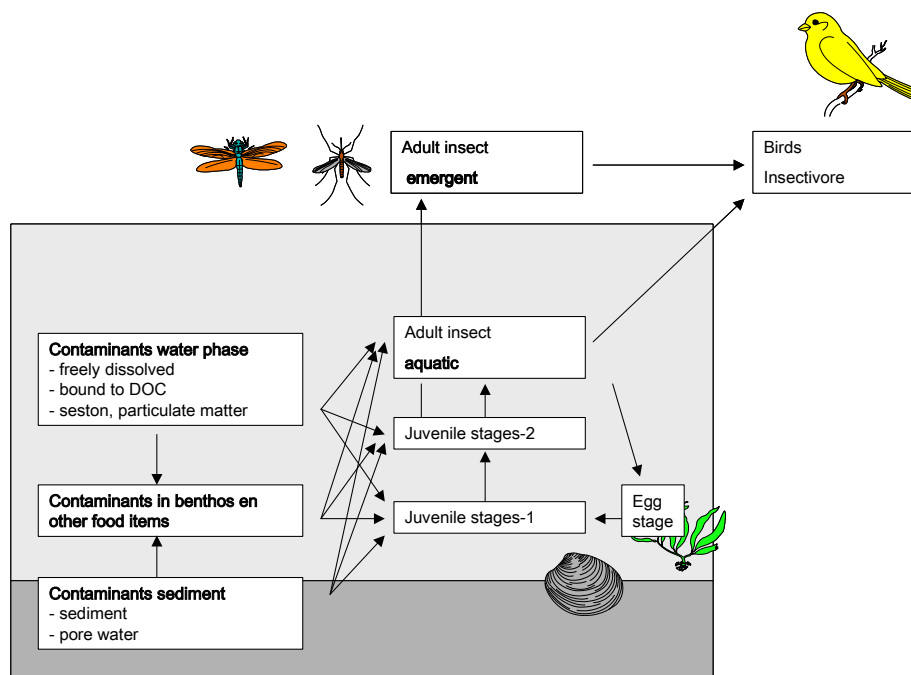
Tabel 3.5 *Samenvatting van voedselkeuze van verschillende riet- en moerasvogels.*

	Dodaars	Zwarte stern	Rietzanger	Grote Karekiet
Libellen	x	x	x	x x
Stenvliegen	x			x
Kevers	x	x	x	x x
Wantsen		x	x	x
Kokerjuffers			x	x
<i>Diptera</i>	x	x	x	x
<i>Crustacea</i>	x	x		x
<i>Gastropoda</i>	x			x
<i>Bivalva</i>	x			
Amfibieën	x	x		
Spinnen			x	x
Vissen	x	x x		

x: prooi-soort aanwezig in dieet; **x x**: preferentie voor prooi-soort.

2. Toxicokinetiek van microverontreinigingen bij grote insecten(larven)

De routes waarlangs insectivore vogels stoffen op kunnen nemen zijn complex. In figuur 4.1 is een schets gegeven van een aantal relevante routes. Stoffen in sediment, waterfase, zevend stof en voedselbronnen kunnen opgenomen worden door verschillende larvale en (waterfase gebonden) adulte stadia van de insecten. De biologische beschikbaarheid wordt in principe bepaald door zowel fysisch chemische karakteristieken (zoals binding aan organisch stof, fijne kleideeltjes, opgelost organisch materiaal, (an)organische complexen, redox toestand) als door biologische parameters, zoals foerageergedrag, voedsel-aanbod, levensstadium, metabolisme, metamorfoses, assimilatie efficiëntie, opname-, eliminatie-, biotransformatieprocessen en andere ecophysiological factoren. Daarnaast kunnen omgevingsfactoren van invloed zijn, zoals bijvoorbeeld seizoen, stratificatie van het watersysteem en in uiterwaardgebieden b.v. de inundatiefrequentie.



Figuur 4.1 Schema van opname en doorgifte van verontreinigingen in het voedselweb van insectivore riet- en moerasvogels.

Een aantal van de insecten(larven) predeert op andere ongewervelden en staat op zich weer aan het einde van een korte voedselketen, zodat ook hier mogelijk sprake kan zijn van voedselketenoverdracht. Bij de metamorfose naar niet in het water levende adulte stadia kan een deel van de stoffen in de exuviae (vervelingresten) achterblijven of kan volledige turn-over van stoffen plaats vinden. Daarnaast is van sommige libellensoorten

bekend dat volwassen exemplaren kunnen foerageren op volwassen muggen. Zoals in het voorgaande hoofdstuk is besproken, hebben de meeste riet- en moerasvogelsoorten daarnaast een sterk opportunistisch foerageerpatroon, dat sterk afhankelijk is van seizoenen en lokale factoren. Om deze reden is een schatting van de blootstelling bij riet- en moerasvogels niet eenvoudig.

In de modelstudies van Hendriks (1995) met betrekking tot o.a. schelpdier- en visgebonden voedselketens in het Rijnstroomgebied, waarin vergelijkbare complexe processen een rol spelen, is aangetoond dat ondanks deze complexiteit een benadering gebaseerd op eenvoudige toxicokinetische parameters, zoals sediment-biota accumulatie factoren (BSAF) en biomagnificatiefactoren (BMF) een redelijke eerste benadering kan zijn voor de beschrijving van waargenomen blootstelling en als basis van dienen voor risico-evaluaties voor (top)predatoren (Heikens & Hendriks 1999). Een van de vraagstellingen bij deze studie was of voor insectivore voedselketens dergelijke gegevens bekend waren en of deze benadering een geschikt uitgangspunt zou kunnen vormen.

De basisgegevens uit de literatuursearches naar veldgegevens en toxicokinetiek (bioconcentratie, bioaccumulatie, biotransformatie, BSAF, predator-prooi overdracht) van microverontreinigingen bij grotere insecten(larven) zijn weergegeven in tabelvorm in het Bijlagendeel (Hoofdstuk 10; Tabel 10.1-10.7) en samengevat in de tabellen 4.1 t/m 4.3. De zoekactie heeft zich met name geconcentreerd op waterkevers, libellen en haften, die belangrijke prooi-soorten zijn voor de eerder genoemde riet- en moerasvogels. Voor de volgende stofgroepen werden gegevens gevonden: zware metalen, PCB's, chloorbenzenen, PAK's en gechloreerde bestrijdingsmiddelen. Zoals verwacht waren de meeste gegevens beschikbaar voor zware metalen. In de onderstaande tabellen is een samenvatting gegeven van gevonden BSAF's, BCF's en veldgehalten. Daarbij is aangegeven onder welke condities (veld, laboratorium) en hoe de betreffende waarden zijn bepaald of afgeleid.

Tabel 4.1 Samenvatting van gemeten biota-sediment accumulatie factoren (BSAF) voor grotere insecten.

Stof	Familie, taxon	BSAF range	Eenheid/opm.*	Ref.
PCB's	Tweevleugeligen, Haften	0.3 – 11	v	1
	Haften	1.8 – 7.5	l	2
HCB	Haften	1.1 – 1.2	l	2
DDE	Haften	6.1 – 6.9	l	2
Cd	Kokerjuffers, Libellen, Wantsen Slijkvliegen, Kevers	0.01 – 0.6	dry wt/ dry wt; v	3,4, 5,6
Pb	Idem	0.02 – 0.06	dry wt/ dry wt; v	idem
Cu	Idem	0.2 – 7	dry wt/ dry wt; v	idem
Zn	Idem	0.2 – 4	dry wt/ dry wt; v	idem
Hg	Idem	2.1 – 4.7	dry wt/ dry wt; v	6
MeHg	Idem	70 – 270	dry wt/ dry wt; v	6

* genormaliseerd op lipid (organisme) en organisch koolstof (sediment), tenzij anders aangegeven, extrapolatie uit labexperiment (l) of veldstudie (v). Individuele gegevens in Bijlagen (H-10), Tabel 10.4. Referenties: (1) Froese *et al.* (1998); (2) Drouillard *et al.* (1996); (3) Cain *et al.* (1992); (4) Carline *et al.* (1993); (5) Van Hattum *et al.* (1991); (6) Tremblay & Lucotte (1997).

De meeste studies had betrekking op microverontreinigingen bij mollusken, kreeftachtigen, tubificiden, en kleine insecten (muggenlarven). Slechts een beperkt aantal studies had betrekking op grotere insecten. In de tabellen in dit hoofdstuk is een samenvatting gegeven van de belangrijkste ranges van o.a. biota-sediment accumulatie factoren (BSAF; Tabel 4.1), bioconcentratie factoren (BCF; Tabel 4.2) en biomagnificatie factoren (BMF; Tabel 4.3)

De gevonden ranges van BSAF waarden voor PCB's en OCB's bij de grotere insectensoorten (0.3 – 11) lijken niet sterk af te wijken van verwachtingswaarden op grond van de evenwichtspartitie en de ranges die door Hendriks (1995a) zijn aangegeven voor aquatische ongewervelden en vissen (0.1 – 20; figuur 51 in proefschrift) in de Nederlandse rijkswateren, en onderdeel zijn van het OMEGA model (Hendriks, 1995b). Op grond van de evenwichts partitie theorie kan verondersteld worden dat voor niet metaboliseerbare stoffen de BSAF (gecorrigeerd voor vetgehalte van het organisme en organisch koolstof van het sediment) in grote lijnen beperkt afhankelijk is van organisme, stofeigenschappen en omgevingsconcentratie. Door Thomann et al. (1992), een van de gezaghebbende auteurs op dit gebied, is voor aquatische voedselketens een BSAF-range aangegeven van 0.8-1 voor matig tot redelijk hydrofobe stoffen (Log K_{ow} range van 1-5) en een range van 1-10 voor sterk hydrofobe stoffen (Log K_{ow} 5-8).

Voor de zware metalen lijken de gevonden BSAF's overeen te komen met de ranges (<0.1 tot meer dan 10) die bij benadering afgeleid kunnen worden uit de figuren met gegevens voor terrestrische ongewervelden in de review studie van Heikens et al. (2001) en met de range die door Thomann et al. (1995) voor mollusken is afgeleid (0.1 – 10) voor verschillende metalen uit de gegevens van het Amerikaanse musselwatch programma.

Betrouwbare BCF's voor grotere insecten zijn voornamelijk gevonden voor Hg in *Ephemeroptera* (haften, eendagsvliegen). De in Tabel 10.5 en 10.6 (Bijlagen H-10) opgenomen veldgehalten voor grotere insecten zouden met de bijbehorende waterconcentraties in principe omgerekend kunnen worden naar *in-situ* schijnbare BCF waarden. Daar de wateranalyses in een aantal gevallen totaal concentraties waren (inclusief metalen gebonden aan zwevend materiaal) is hiervan afgezien.

Tabel 4.2 Samenvatting van gemeten BCF waarden in grotere insecten.

Stof	Familie, taxon	BCF range	eenheid/opm.*
Hg	Haften	180	L / kg (dry wt.) lab
Methyl-Hg	Haften	380	L / kg (dry wt) lab

* extrapolatie uit l = labexperiment of v = veldstudie. Drooggewichtsbasis niet expliciet genoemd door auteurs. Individuele gegevens in Tabel 10.3 Bijlagen (H-10). Gebaseerd op: Saouter et al. (1993).

Slechts een zeer beperkt aantal studies bleek direct bruikbaar voor de vraagstelling. Het ging hierbij met name om de studies van Froese *et al.* (1998) en van Bishop *et al.* (1995), gericht op de overdracht van stoffen in insectivore voedselketens bij twee Noord-Amerikaanse soorten: *Tachycineta bicolor* (tree swallow; familie: *Hirundinidae*; Ned. naam: 'boomzwaluw') en *Agelaius phoeniceus* (red-winged blackbird; familie: *Turnidae*; Ned. naam: 'roodschoudertroepiaal'). In Tabel 4.3 zijn de BMF's en BSAF's van deze twee case studies beschreven.

Beide studies laten zien dat er een duidelijke voedselketenoverdracht is van PCB's, ge-chloreerde bestrijdingsmiddelen en Hg in de insectivore voedselketens. Alleen in de boomzwaluw studie van Froese *et al.* (1998) in Lake Huron zijn gehalten in het voedsel gemeten en konden BMF's afgeleid worden. Opvallend was dat de BMF voor planaire PCB's (2.3 – 2.7) hoger was dan de BMF voor totaal PCB's (0.8 – 0.85) en dat er sprake lijkt van een aanrijking van de relatief toxische PCB's. De door Bishop *et al.* (1995) in de Lawrence river gevonden BSAF's voor eieren en kuikens van de beide soorten zijn aanmerkelijk hoger dan de door Froese *et al.* (1998) gevonden waarden in Lake Huron en bevestigen de overdracht van stoffen in insectivore voedselketens.

Tabel 4.3 Samenvatting van gemeten BSAF en BMF waarden in insectivore voedselketens.

Stof / predator	Prooi	BSAF* insect	BSAF* vogel	BMF*	Opm.	Ref.
<i>PCB's</i>	Lake Huron					(1)
boomzwaluw	haften, adulte chironomiden	11	8.8 – 9.3	0.8 – 0.85	eieren, kuikens	
<i>Planaire PCB's</i>	Lake Huron					
boomzwaluw	haften, adulte chironomiden	0.3	0.7 – 1.1	2.3 – 3.7	eieren, kuikens	(1)
<i>PCB's</i>	Lawrence River					(2)
boomzwaluw	adulte chironomiden		15 – 133		eieren	
roodschouder	adulte chironomiden		6 – 102		eieren	
troepiaal						
<i>pp-DDE</i>	Lawrence River					(2)
boomzwaluw	adulte chironomiden		16 – 870		eieren	
roodschouder	adulte chironomiden		13 – 580		eieren	
troepiaal						
<i>Dieldrin</i>	Lawrence River					(2)
boomzwaluw	adulte chironomiden		37		eieren	
roodschouder	adulte chironomiden		7 – 450		eieren	
troepiaal						

* lipid and org-C genormaliseerd. Referenties: (1) Froese *et al.* (1998); (2) Bishop *et al.* (1995).

In de beschouwde literatuur zijn nauwelijks gegevens gevonden voor emergente adulte grote insecten. De beschikbare studies waren meestal beperkt tot de larvale stadia.

Hoewel uit de literatuur voor chironomiden enig inzicht is in de turn-over van stoffen bij de emergentie (samengevat in Tabel 4.4) zijn zulke gegevens niet beschikbaar voor libellensoorten of andere grote insecten.

Tabel 4.4 Turn-over van microverontreiniging van larve naar adult bij emergentie van chironomiden.

<i>Turn over in %</i>	<i>waarde</i>	<i>referentie</i>
Chlordane	83%	Harkey & Klaine (1992)
PCB's	60 - 80 %	Larson (1984)
Zn	70 - 90 %	Timmermans (1991)*
Cd	30 - 80 %	
Cu	40 - 100 %	
<i>Concentratie ratio (adult/larvae dry wt.)</i>		
Cd	0.2 - 0.6	Reinhold <i>et al.</i> (1999)
Hg	0.6 - 1.8	
Pb	0.07 - 0.1)	
Cu	0.5 - 0.8	
Zn	0.5 - 1.8	
<i>Concentratie ratio (adult/larvae w. wt.)</i>		
PCB 153	1.1	Reinhold <i>et al.</i> (1999)
PCB 28	0.13	
pp-DDE	1.1	
PAK's	0.2 - 0.6	

* resultaten voor hoge doseringen niet meegenomen.

Samenvattend kan gesteld worden dat voedselketenoverdracht bij insectivore riet-en moerasvogels is aangetoond in enkele recente Noord-Amerikaanse studies. Er zijn weinig bruikbare gegevens met betrekking tot gehalten, partitie en accumulatiefactoren voor microverontreinigingen in grotere insectensoorten. De beperkte set van bruikbare gegevens laat zien dat de bioaccumulatie van verontreinigingen bij grotere insecten waarschijnlijk vergelijkbaar is als voor andere soorten, zoals mollusken, kreeftachtigen, wormen en kleine insecten (muggenlarven). Voor adulte libellen zijn geen gegevens bekend uit veldstudies.

3. Kans op doorvergiftiging

Op grond van de gegevens uit de beide lijnen van het literatuuronderzoek is getracht een inschatting te maken van voedselketenoverdracht en mogelijke risico's van microverontreinigingen bij consumptie van grotere insecten- en macrofaunasoorten.

Zowel op grond van de eerder genoemde Amerikaanse veldstudies en op grond van de in H6 beschreven resultaten, met betrekking tot gehalten in eieren van de grote karekiet in verschillende biotopen in NW-Overijssel zijn er voldoende aanwijzingen om aan te nemen dat via insectivore voedselketens sprake kan zijn van een aanzienlijke opname van microverontreinigingen.

Gezien de grote onzekerheden in de dieetsamenstelling (hoofdstuk 3), de toxicokinetische parameters (hoofdstuk 4) en de beperkte empirische gegevens op basis waarvan een betrouwbare schatting gemaakt zou kunnen worden van de mogelijke blootstelling, is geen verder gevolg gegeven aan het meer kwantitatief invullen van een doorvergiftigingsmodel.

Ook voor het gebruik van meer generieke benaderingen zoals bijvoorbeeld met het OMEGA model (Hendriks 1995) zijn onvoldoende gegevens beschikbaar over de mogelijke specifieke gevoeligheid van de in deze studie beschouwde riet- en moerasvogelsoorten. Alvorens extrapolaties te doen met betrekking tot verwachte risico's wordt aanbevolen om uit te gaan van gemeten waarden in sedimenten, prooiorganismen (larvale en adulte stadia van grotere insecten) en eieren of karkassen van de betreffende vogelsoorten. In Tabel 6.4 in het hoofdstuk over de veldstudie is een overzicht opgenomen van in de literatuur beschreven kritische grenzen voor gehalten in eieren.

Als eerste benadering voor het schatten van de voedselketenoverdracht en de blootstelling bij insectivore riet- en moerasvogels is onderstaand een eenvoudige berekening gemaakt voor PCB's op basis van de in het Amerikaanse onderzoek (Lake Huron; Froese *et al.* 1998) gevonden BSAF waarden voor adulte insecten (BSAF range: 0.3 – 10; lipid-org C genormaliseerd) en BMF waarden voor de op grote insecten foeragerende boomzwaluw (BMF range 1 – 4; lipid basis). Merk op, dat de in het onderzoek van Bishop *et al.* (1995) in de (meer verontreinigde) Lawrence River gevonden BSAF's voor boomzwaluw en roodschoudertroepiaal (BSAF range: 6 – 133) wat hoger liggen dan de overeenkomstige waarden in het onderzoek van Froese *et al.* (1998) in Lake Huron (berekend als 0.3 – 40). Tevens is voor de insecten een turn-over van 100% aangenomen voor de metamorfose van larvaal naar adult stadium.

Uitgaande van een laagbelast scenario met sediment concentraties van PCB-153 van 15-30 ng/g org-C, zoals door Leonards *et al.* (1997) gevonden in de Oude Venen (Friesland) en een matig-hoog belast scenario van 100-300 org-C, zoals door Heikens & Hendriks (1999) genoemd voor de bodem in uiterwaardgebieden zijn onderstaand de verwachte gehalten in insecten en vogels berekend (Tabel 5.1). De voorbeeldberekeningen voor PCB-153 bevestigen dat via de insecten een aanzienlijke opname kan plaatsvinden en dat de gehalten in insectivore riet- en moerasvogels in verontreinigde gebieden naar verwachting iets lager zullen liggen dan, of (als de hoge sediment-vogel BSAF waarden van

de Lawrence River gebruikt zouden worden) vergelijkbaar kunnen zijn met concentraties in schelpdier- of visetende vogelsoorten, zoals o.a. gerapporteerd in Hendriks (1995), Van Hattum *et al.* (1993, 1996) en Bosveld *et al.* (1993).

*Tabel 5.1 Verwachte PCB-153 gehalten in adulte insecten en daarop prederende riet- of moerasvogelsoorten in gebieden met lage en hogere sedimentgehalten, op basis van uit Amerikaans onderzoek afgeleide BSAF en BMF waarden.**

	Sediment ng/g Org-C	Insect		Vogel	
		ng/g lipid wt	ng/g wet wt	ng/g lipid wt	ng/g wet wt
Scenario					
- laag	15-30	5-300	0.05-3	5-1200	0.2-60
- hoog	100-300	30-3000	0.3-30	30-12000	2-600

* Toelichting berekening en aannames in tekst. Vetgehalte insect 1% en vogel 5%

*Tabel 5.2 Verwachte dagelijkse opname (ng/dag) van PCB-153 voor de grote karekiet in gebieden met lage en hogere sedimentgehalten onder normale condities en tijdens broedseizoen.**

	Sediment ng/g Org-C	Normaal		Broedseizoen	
		consumptie g dw / dag	daily intake ng/dag	consumptie g dw / dag	daily intake ng/dag
Scenario					
- laag	15-30	3.3	0.6 - 40	5.5	1 - 60
- hoog	100-300	3.3	4 - 400	5.5	6 - 600

* Op basis van gegevens in Tabel 5.1 en geschatte dagelijkse voedselopname uit Tabel 3.4; drooggewichts % voor insecten: 25%.

In combinatie met de voedselopname gegevens, berekend in sectie 3.5 (Tabel 3.4), kan de dagelijkse opname berekend worden onder normale condities (niet broedend of trek-kend) en tijdens het broedseizoen. Uitgaande van een drooggewichtspercentage van 25% voor volwassen insecten zijn in Tabel 5.2 de verwachte daily intakes berekend. De dagelijks opname kan naar verwachting uiteenlopen van 0.6-40 ng/dag in laag belaste gebieden onder normale condities tot 6-600 ng/dag in hoog belaste gebieden tijdens het broedseizoen.

4. Veldonderzoek eieren grote karekiet

Door J. Graveland zijn in 1996 en 1997 ca. 40 eieren verzameld van de grote karekiet in verschillende gebieden in Noord-West Overijssel (Ketelmeer, Zwarte Meer, Weerribben, Giethoornse Meer, Vollenhovense Plas). Het betrof niet uitgekomen eieren na afloop van het broedseizoen. Een overzicht van het aangeleverde materiaal is weergegeven in Tabel 11.1 (Bijlagen). Vanwege het geringe gewicht van de eieren (1-2.5 gram; inhoud 0.7 – 1.5 ml) zijn voor de meeste analyses gepoolde monsters gemaakt, per gebied en zo mogelijk per jaar. Dit is bij de betreffende tabellen in de bijlagen aangegeven. In deze samengestelde monsters werden geanalyseerd: zware metalen (Cd, Hg, Pb, Zn), PCB's (7 standaard congenen) en OCB's (17 verschillende, zoals toegepast in het monitoringsonderzoek van RWS). In enkele monsters zijn naast de standaard PCB's ook voor de risico-evaluatie meer relevante non- en mono-ortho gesubstitueerde PCB congenen geanalyseerd (vlakke PCB's met dioxine-achtig werkingsmechanisme. Voor de analyses van dioxines (PCDD's en PCDF's) was onvoldoende materiaal aanwezig. Met de gekozen opzet kon inzicht verkregen worden in de verwachte ruimtelijke verschillen in verontreinigingsgraad tussen de deelgebieden en voor de zware metalen een indruk van mogelijke verschillen tussen de beide jaren.

4.1 Analysemethoden

Monstervoorbehandeling

Van de in totaal 40 eieren, bleken er uiteindelijk 25 bruikbaar voor analyse. Een aantal exemplaren was gebroken en ingedroogd. Voor de zware metalen werden in totaal 6 gepoolde monsters gemaakt van minimaal 1 gram, voor de drie gebieden: Ketelmeer, Zwarte Meer en de schone binnenwateren (Vollenhovense Meer, Giethoornse Meer en Weerribben) en voor de jaren 1996 en 1997. Voor de PCB's en OCB's zijn 3 samengestelde monsters van minimaal 6 gram gemaakt voor de drie gebieden. Voor de planaire PCB's zijn 2 gepoolde monsters met minimaal 10 gram gemaakt voor de gebieden Ketelmeer en de schone binnenwateren. De voor de zware metalen analyses bestemde monsters werden na vriesdrogen gehomogeniseerd in een agaten mortier. Monsters bestemd voor de analyse van standaard PCB's en OCB's werden gedroogd met natriumsulfaat en in een keramische mortier gehomogeniseerd.

Analyse van zware metalen

Submonsters van ca. 100 mg van de poedervormige homogenaten alsmede procedurele blanco's en controle monsters werden gedestruëerd met 2 ml geconcentreerd salpeterzuur (Ultrex-II 70.5%; Baker) in Teflon TM drukvaten in een Microwave oven (Beun de Ronde, MDS 2000). De verdunde (20 ml) destruataten werden geanalyseerd met Atomaire Absorptie Spectrometrie (AAS). Voor Cd en Pb werd gebruik gemaakt van Grafietoven AAS met Zeeman-achtergrondcorrectie (Perkin Elmer Z3030 / HGA 600 / AS 60) met platformventjes en matrixmodifier, zoals beschreven in Van Hattum *et al.* (1996). Voor Hg werd gebruik gemaakt van Koude Damp AAS met amalgaamsysteem. De instrumen-

tele condities waren vergelijkbaar met in eerder onderzoek toegepaste instellingen (Van Hattum *et al.* 1993, Ariese *et al.* 1997).

Standaard PCB's en OCB's

Voor de analyse van de 7 standaard congenen van polychloorbiphenylen (PCB's) en organochloor bestrijdingsmiddelen (OCB's), werd uitgegaan van een gemeenschappelijke extractie en opzuivering gevolgd door een fractionering, waarbij apolaire respectievelijk meer polaire verbindingen in twee afzonderlijke fracties gescheiden werden en aansluitende analyses met GC-ECD verricht werden. Circa 5-6 gram van het ontdooide eimateriaal werden gedroogd met natriumsulfaat en gedurende 6 uur geëxtraheerd met 175 ml van een 10/90 (v/v) mengsel aceton/hexaan (Baker) in een Soxhlet opstelling. Na indampen in een Kuderna-Danish opstelling tot 8-10 ml werd in een subfractie van circa 1 ml van het extract het vetgewicht bepaald (gravimetrisch). Het restant van het extract werd nagedroogd met natriumsulfaat en na overname in iso-octaan ingedampt tot 1 ml en vervolgens met 15 ml petroleum-ether geëluëerd over een kolom gevuld met 2 g gedeactiveerde (15%) alumina. Het eluaat werd ingedampt tot 1 ml en aansluitend geëluëerd met 10 ml n-hexaan en 25 ml 10/90 (v/v) diethylether/n-pentane over een kolom gevuld met 3 g geactiveerde silica. In de eerste fractie van 10 ml n-hexaan werden de apolaire verbindingen verzameld, in de tweede fractie van 25 ml diethylether/n-pentane werden de polaire verbindingen verzameld. Beide fracties werden ingedampt tot 1 ml. De fracties werden overgenomen in 2 ml iso-octaan en na toevoeging van een interne standaard (2,4-dichloorbenzyl tetradecyl ether) en verder indampen tot 1 ml geïnjecteerd (splitless; 2 µl) in de gaschromatograaf (Hewlett Packard 50890A; HP Ultra-2 kolom: 50 m x 0.2 mm, filmdikte 0.33 µm; elektroneninvangdetectie). PCB's en apolaire OCB's werden in principe bepaald in de eerste fractie. Polaire OCB's werden bepaald in de tweede fractie. De instrumentele condities waren vergelijkbaar met eerder onderzoek (Van Hattum *et al.* 1993, 1996; Ariese 1996). Bij de als PCB 138 gerapporteerde concentraties is geen onderscheid gemaakt naar de eventuele bijdrage van de coëluërende congener PCB 163.

Vlakke PCB's: non- en mono-ortho gesubstitueerde congenen

In twee mengmonsters van (> 10 gram versgewicht) werden aanvullende analyses uitgevoerd op vlakke PCB's. De voor de vlakke PCB's toegepaste methode is in detail beschreven in Leonards *et al.* (1997). Submonsters van de homogenaten werden vooraf gevriesdroogd. Voorafgaand aan de Soxhlet extracties werden ¹³C gelabelde interne standaarden van de non-ortho gesubstitueerde congenen 77 en 126 toegevoegd. Na extractie met een dichloormethaan/hexaan (1/1) mengsel (100 ml; 6 uur) werd het extract ingedampt (Kuderna-Danish tot ca. 8-10 ml) en op een gecombineerde clean-up kolom gebracht, bestaande uit 2 gram alumina (5% gedeactiveerd met dubbel gedeïoniseerd water) en 10 gram silica (33% gedeactiveerd met zwavelzuur) en geëluëerd met een n-hexaan/diethylether mengsel (97/3; v/v). Na verwijdering van de voorloop (5 ml) werd het eluaat overgebracht op een silicakolom, geëluëerd met het n-hexaan/diethylether mengsel en ingedampt. De scheiding van de verschillende groepen congenen werd uitgevoerd met HPLC met een 2-(1-pyrenyl)ethyl-dimethylsilated kolom (Cosmosil 5 PYE, Nacalai Tesque, Kyoto, Japan) zoals beschreven door Leonards *et al.* (1995). Drie afzonderlijke fracties werden opgevangen. De eerste fractie bevatte de di-, tri- en tetra-

ortho gesubstitueerde congenen. De tweede fractie bevatte de mono-ortho gesubstitueerde congenen. De non-ortho gesubstitueerde PCB's werden opgevangen in de derde fractie. Na toevoegen van PCB congeneer 143 als interne standaard werden de fracties ingedampt, overgenomen in iso-octaan en ingedampt tot eindvolumina van 0,5 ml (2e fractie) en resp. 50 ml (3e fractie). De mono-ortho congenen werden geanalyseerd met GC-ECD. De non-ortho gesubstitueerde congenen werden geanalyseerd met GC-ITD (Varian Saturn II met Ion Trap Detection) met SIS-mode (selective ion storage). De waargenomen gehalten voor 77, 126 en 169 werden gecorrigeerd voor de recovery van de ^{13}C gelabelde standaarden.

Kwaliteitsbewaking van analyses

Bij de bepaling van zware metalen werden procedurele blanco's en een gecertificeerd referentiemateriaal (vishomogenaat DOLT-1 van de NRCC, Canada) geanalyseerd en vergeleken met gecertificeerde gehalten. Detectiegrenzen werden zowel bij de zware metalen als bij de organische microverontreinigingen bepaald op basis van de variabiliteit van procedurele blanco's. In het kader van de kwaliteitsbewaking van de analyses van standaard PCB's, OCB's werden recovery-experimenten uitgevoerd en analyses van procedurele blanco's en interne controlemonsters (vis homogenaat). Recoverywaarden waren bevredigend (ca. 85-115%). De eindresultaten van standaard PCB's, OCB's zijn derhalve niet voor recovery gecorrigeerd. Op enkele monsters werd met behulp van GC-ITD een aanvullende bevestiging uitgevoerd op de identiteit van individuele isomeren van enkele bestrijdingsmiddelen: p,p'-DDE, Dieldrin, cis-heptachloorepoxide.

Dataverwerking

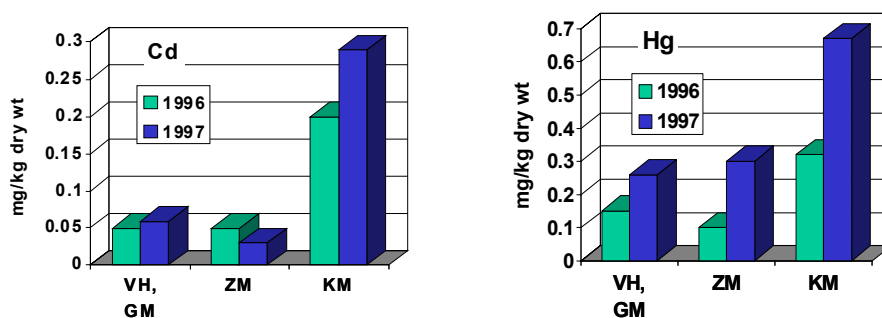
De gehalten zijn in deze rapportage gepresenteerd op basis van versgewicht (natgewicht), drooggewicht (metalen) en/of vetgewicht (organische verbindingen). In verband met mogelijke afrondingsfouten bij de omrekening van concentraties op natgewichts-basis naar b.v. droog- of vetgewichts-basis of body-burdens, zijn de concentraties opgenomen in de tabellen in de bijlagen in een aantal gevallen weergegeven in meer dan 2 significante eenheden. Op grond van de herhaalbaarheid van de chemische analyses moet voor de verschillende parameters rekening gehouden worden met voor deze analyses gebruikelijke variatie-coëfficiënten van ca. 5-15%. Voor omrekening kan uitgegaan worden van een gemiddeld drooggewicht van 26 % (20-35) en een vetgehalte van 6.5 % (range 6-7 %).

4.2 Resultaten

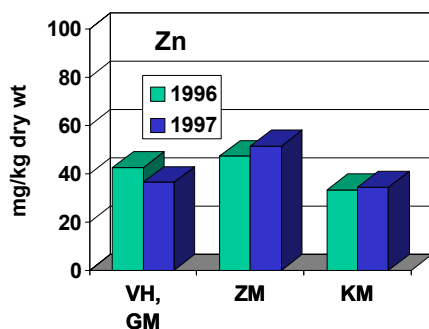
De gevonden gehalten zijn weergegeven in de figuren 6.1- 6.4. De basisgegevens zijn opgenomen in het Bijlagendeel, tabellen 11.2 (metalen), 11.3 (standaard PCB's en OCB's) en 11.3 (planaire PCB's).

Bij de metalen is zowel voor Hg en Cd, sprake van een duidelijke verhoogde waarden in het Ketelmeer. De Cd gehalten in de binnenwateren (VH, GM) en het Zwarte Meer liggen steeds onder de detectiegrens (LOD). De Hg gehalten in deze wateren liggen meestal net iets boven en 1 maal (ZM) onder de detectiegrens.

De Zn gehalten zijn in de meeste gevallen vergelijkbaar (33 – 51 mg/kg dry wt.). Lood werd in geen van de populaties aangetroffen in concentraties boven de detectiegrens.



Figuur 6.1 Cd en Hg gehalten (mg/kg dry wt) in eieren van de grote karekiet uit NW-Overijssel. Locaties: Ketelmeer (KM), Zwarte Meer (ZM) en binnenwateren Vollenhovense Meer VH, Weerribben WR en Giethoornse Meer GM).



Figuur 6.2 Zn gehalten (mg/kg dry wt) in eieren van de grote karekiet uit NW-Overijssel. Locaties: Ketelmeer (KM), Zwarte Meer (ZM) en binnenwateren Vollenhovense Meer VH, Weerribben WR en Giethoornse Meer GM).

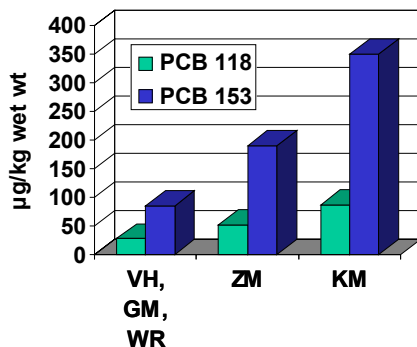
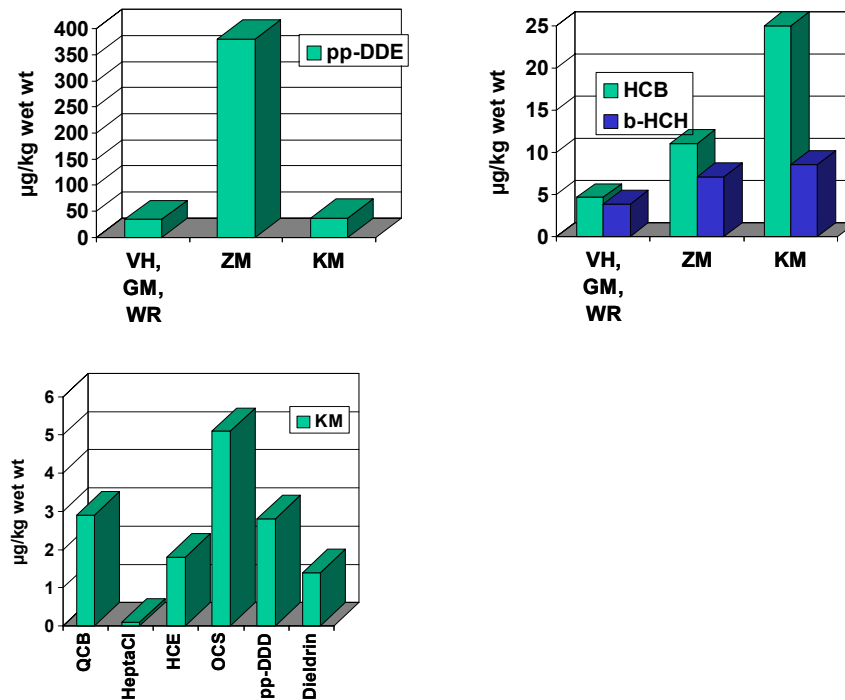


Figure 6.3 PCB congeners 118 and 153 (ng/g wet wt) in eieren van de grote karekiet op verschillende locaties in NW-Overijssel. Locaties: Ketelmeer (KM), Zwarte Meer (ZM) en binnenwateren Vollenhovense Meer VH, Weerribben WR en Giethoornse Meer GM).



Figuur 6.4 Gechloreerde bestrijdingsmiddelen (ng/kg wet wt) in eieren van de grote karekiet uit het Ketelmeer. Locaties: Ketelmeer (KM), Zwarte Meer (ZM) en binnenwateren Vollenhovense Meer VH, Weerribben WR en Giethoornse Meer GM).

Tabel 6.1 Planaire PCB gehalten (ng/g wet wt) in eieren van de grote karekiet.*

Stof	Binnenwateren (VH, GM, WR)	Ketelmeer
<i>non-ortho PCBs</i>		
77	0.02	0.12
126	0.12	0.32
169	0.05	0.09
Σ TEQ	0.015	0.044

* zie basisgegevens in Tabel 11.4 bijlagen.

Met name bij de PCB's en bij een aantal gechloreerde bestrijdingsmiddelen (HCB en β -HCH) is een duidelijke trend waarneembaar met verhoogde gehalten in het Ketelmeer, verlaagde gehalten in de binnenwateren en intermediaire gehalten in het Zwarte Meer. Ook bij de planaire PCB's (tabel 6.1) is een dergelijk verschil tussen de binnenwateren en het Ketelmeer duidelijk te zien.

Voor pp-DDE (Fig. 6.4) worden echter de hoogste gehalten gevonden in het Zwarte Meer. Mogelijk dat hierbij meegespeeld heeft de in 3.4 besproken afwijkende predatie op rupsen en vlinders in de terrestrische vegetatie en de invloed van nabijgelegen land- en tuinbouw activiteiten. Binnen de OCB's zijn met name pp-DDE, HCB, β -HCH, OCS, QCB van belang, gevolgd door pp-DDD, HCE en Dieldrin.

Tabel 6.2. Vergelijking met literatuurwaarden voor gehalten van organische microverontreinigingen in vogels.

Soort, locatie	Orgaan/ weefsel	Unit mg/kg	Σ PCB's.	Σ DDT's	Σ Drins	Ref.
<i>Aalscholver</i>						(1)
- Biesbosch 92 – 94	ei	ww	10 - 40	0.5 - 4.4	0.2 – 0.6	
- Biesbosch 94	lever	ww	0.5 - 1.5	0.05 - 0.17	0.008-0.01	
- Oude Venen 87	ei	ww	5 - 15	0.6 - 3.1	< 0.03	
- Brede Water 92 – 94	ei	ww	5 - 18	0.7 - 2.5	0.02-0.08	
- Brede Water 94	lever	ww	0.07 - 0.3	0.01 - 0.03	0.002-0.01	
<i>Amerikaanse geoorde aalscholver</i>						(2)
- Green Bay (L. Mich)	ei	ww	<u>als</u> <u>PCB-118:</u> 0.7			
- Lake Superior	ei	ww	0.3			
- Lake Huron	ei	ww	0.5			
- L. Mountain Lake (Can)	ei	ww	0.1			(3)
<i>Visdief</i>						
- Green Bay (L. Mich)	ei	ww	11			(2)
		<u>als</u>	<u>PCB-153:</u>			
- Haringvliet	ei-dooier	ww	19 - 69			(4)
- Zeewolde	ei-dooier	ww	0.1 - 6			(4)
- Saeftinge	ei	lw	13			(5)
<i>Westerschelde</i>						
		<u>als</u>	<u>PCB-153:</u>			
- kokmeeuw (Saeft.)	ei	lw	1 - 20	0.02 - 0.1	0.1 - 0.6	(5)
- kokmeeuw (Zwin)	ei	lw	0.3 - 1.5			
- scholekster	ei	lw	5 - 15			
- grote stern	ei	lw	2 - 8			
- dwergstern	ei	lw	5			
<i>Donau</i>						(6)
				<u>als p,p'-</u> <u>DDE</u>		
- reiger	ei	drw	2.0	6.5		
- kwak	ei	drw	2.3	5.3		
- witte pelikaan	ei	drw	5.6	15		
- aalscholver	ei	drw	24	57		
<i>Waddenzee (1982)</i>						(7)
		<u>als</u>	<u>PCB-153</u>			
- bonte strandloper (juv)	lever	lw	0.05 - 0.3			
- bonte strandloper (ad.)	lever	lw	0.2 - 1			
- kanoetstrandloper (juv)	lever	lw	0.2 - 0.4			
- kanoetstrandloper (ad.)	lever	lw	1.8 - 6			
<i>Lepelaar</i>						
Zwanenwater 1995	lever	ww	0.02-0.9	0.02-0.5	0.01-0.25	(8)
Zwanenwater 1967	ei	ww	4 - 40			(9)
<i>Boomzwaluw (N. Amerika)</i>						
- St. Lawrence River	ei	ww	0.2 - 4	0.5 – 4.4	0.01-.06	(10)
- Lake Huron	ei	lw	15 ± 4			(11)
	lever	lw	16 ± 18			(11)
<i>Roodschoudertroepiaal</i>						
- St. Lawrence River	ei	ww	0.05-19	0.1-3.1	0.003-.09	(10)

Toelichting: ww= versgewicht (wet weight); lw= vetgewicht (lipid weight); drw= drooggewicht (dry weight). Referenties: (1): Van Hattum *et al.* (1993, 1996); (2) Yamashita *et al.* (1993); (3) Sanderson *et al.* (1994); (4) Bosveld (1995); (5) Stronkhorst *et al.* (1993); (6): Renzoni (1992); (7) De Voogt *et al.* (1984); (8) Van Hattum *et al.* (1998); (9) Gegevens archief SOVON in Van Hattum *et al.* (1998); (10) Bishop *et al.* (1995); (11) Froese *et al.* (1998).

Tabel 6.3 Vergelijking met literatuurwaarden voor gehalten van Hg in verschillende vogelsoorten.

Locatie/soort	Orgaan /weefsel /leeftijd	Hg mg/kg dry wt.	Hg mg/kg wet wt.	Ref.
<i>Waddenzee (81-84)</i>				Goede (1993)
Kanoetstrandloper	lever	4 - 6		
Bonte strandloper	lever	1 - 8 (10)		
Scholekster	lever	2 - 7		
	ei (eiwit)	1 - 5		
<i>Noord-Holland 1995</i>				
Kleine strandloper	lever	0.8 - 3.0		Van Hattum (1997)
<i>Finmark (N) (1984)</i>				Goede (1993)
Bonte strandloper	lever	0.5 - 3 (6)		
<i>Westerschelde (1992)</i>				Stronkhorst <i>et al.</i> (1993)
Visdief	ei (incl. Dooier)		0.1 - 0.44	
<i>NW Schotland (1988)</i>				Stewart <i>et al.</i> (1994)
Zeekoet	lever	5 - 40		
	spier	10 - 40		
<i>Groenland</i>				Dietz <i>et al.</i> (1990)
11 soorten	lever		0.1 - 2.5	
<i>S. Florida US (87-91)</i>				Sundlof <i>et al.</i> (1994)
Grote blauwe reiger	lever		0.3 - 17	
Amerikaanse lepelaar	lever		0.2 - 6	
<i>Middelandse Zee (<1986)</i>				
Kuhls pijlstormvogel	lever		49 - 74	Renzoni (1992)
Aalscholver	lever		38 - 284	
Geoorde fuut	lever		26 - 150	
Wilde eend	egg		0.27	
Blauwe Reiger	egg		0.55	
Kwak	egg		0.96	
Aalscholver	egg		4.98	
Witte pelikaan	egg		3.55	
<i>Aalscholver</i>				
- Biesbosch 94	lever	2 - 4	0.1 - 0.2	
- Oude Venen 87	ei	2 - 6	0.2 - 0.3	
- Brede Water 92 - 94	ei	2 - 5	0.1 - 0.3	
<i>Lepelaar</i>				
- Zwanenwater 1995	lever (kuikens)	1 - 7	0.2 - 1.5	Van Hattum <i>et al.</i> (98)
- Zuidelijk Flevoland '71	ei		0.3 - 0.6	
<i>Boomzwaluw (N Amerika)</i>				
- St. Lawrence River	ei	ww	0.04 - 0.08	Bishop <i>et al.</i> (1995)

Een vergelijking met gegevens uit andere studies en mogelijke risicogrenzen kan gemaakt worden met behulp van de gegevens in de Tabellen 6.2 en 6.3, ontleend aan Van Hattum *et al.* (1998).

De gemeten PCB gehalten in NW Overijssel (Σ 7PCBs: 200 – 840 $\mu\text{g/kg}$ wet wt; 2.7 – 12 mg/kg lipid wt) liggen in het algemeen iets lager dan de waarden, die in het Amerikaanse onderzoek (boomzwaluw, roodschoudertroepiaal) zijn gevonden. De voor het

Ketelmeer gevonden waarden voor PCB's en OCB's liggen in het algemeen lager dan Nederlandse gegevens voor de aalscholver, maar zijn vergelijkbaar met meetgegevens voor eieren van andere vis- of schelpdier etende soorten in Nederland. De voor PCB-153 waargenomen gehalten liggen binnen de range van de voorbeeldberekeningen in hoofdstuk 5.

De aangetroffen Hg gehalten (<0.1 - 0.6 mg/kg drw) liggen in de orde van bij verwante Amerikaanse insectivoren gevonden waarden en lager dan waarden uit Nederlandse broedkolonies van aalscholver, visdief en aanmerkelijk lager dan visetende vogels uit Schotland, het Middellandse zeegebied en de Donau delta.

De Cd gehalten in eieren van de grote karekiet uit het Ketelmeer (0.2 - 0.3 mg/kg drw) zijn opmerkelijk te noemen, daar bij onderzoek in aalscholverkolonies Cd gehalten in eieren meestal onder de detectiegrens liggen (Van Hattum *et al.* 1996).

De vertaling naar mogelijk risico's samenhangend met de waargenomen gehalten wordt bemoeilijkt door het feit dat in het algemeen grote verschillen kunnen bestaan in intrinsieke gevoeligheid tussen soorten en leeftijdsstadia (Bosveld 1995; Hoffman *et al.* 1996). Daarnaast is veel van de effectgerichte kennis afgeleid uit laboratoriumexperimenten, die vaak niet eenduidig naar de veldsituatie zijn te vertalen. Van veel laboratoriumexperimenten zijn bijvoorbeeld alleen gegevens beschikbaar over de voedseldosering; gegevens met betrekking tot de interne dosis (gemeten lichaamsbelasting) is vaak afwezig. In Tabel 6.4 is een selectie aangegeven van in diverse reviews (Wolfe *et al.* 1997; Hoffman *et al.* 1996) samengevatte kritische grenzen.

De Hg, OCB en $\Sigma 7$ PCB gehalten liggen in het algemeen ruim onder voor andere soorten gerapporteerde effectniveaus. De waargenomen niveaus van PCB's met een dioxine-achtig werkingsmechanisme ($15 - 44$ ng TEQ/kg wet wt) liggen in de effect range van extreemgevoelige soorten (kip kuikens 20 - 50 ng TEQ/kg) en ruim onder niveaus gerapporteerd voor minder gevoelige soorten zoals reigers, sterns en fazant (150 - 7300 ng TEQ/kg). Hoewel het niet aannemelijk is dat de in deze rapportage beschouwde riet- en moerasvogelsoorten vergelijkbaar gevoelig zijn als de kip, kan dit echter niet volledig worden uitgesloten en zou toekomstig onderzoek over dit onderwerp overwogen kunnen worden.

Tabel 6.4. Samenvatting van in de literatuur voorgestelde kritische grenzen voor PCB's, DDT, dieldrin, dioxines en Hg in vogels.

Stof/soort	Endpoint	Conc. mg/kg	Weefsel	Ref.
<i>Hg</i>				(1)
Visdief	EC, broedsucces	9 -27	lever	
Grote Zilverreiger	EC, ziekte incidentie	7	lever	
IJsdruiker	EC, broedsucces	3 - 50	lever	
Fazant	EC, broedsucces	0.5 - 1.5	ei	
Zilvermeeuw	NOEC, broedsucces	2 - 16	ei	
Watervogels	EC, major toxic effects	5	lever	
	LOEC, various toxic effects	1 - 4	ei	
<i>Σ PCB's</i>				
Kuikens, kip	EC, broedsucces	1 - 5	ei	(2)
Watervogels	EC, broedsucces	8 - 25	ei	
<i>TCDD-EQ</i>				(2)
Kuikens, kip	EC, embromortaliteit, teratogenesis	ng/kg 20 - 50	ei	
	EC, groei embryo's	150 - 250	ei	
Foster's stern	EC, embryotoxiciteit	600- 7300	ei	
Fazant	EC, embryo toxiciteit	1000	ei	
<i>DDT</i>				
Am. Zeearend visarend	NOEAC, eischaaldikte	3.5	ei	(3)
	EC, eischaaldikte (10-20% reductie)	2 -9	ei	(4)
<i>Dieldrin</i>				
Am. Geoorde aal- scholver	EC, reproductie	2-3	ei	(5)
Am. Zeearend	NOEC, reproductie, adult mortality	0.1	ei	(3)
div. soorten	effect level, mortaliteit	4-10	hersenen	(6)

Ontleend aan: (1) Wolfe *et al.* (1997), (2) Hoffman *et al.* (1996), (3) Giesy *et al.* (1995), (4) Wiemeyer *et al.*, (1984; 1988), (5) Potts (1968), en (6) Peakall (1996).

5. Contouren van voorgesteld macrofauna-onderzoek

Het onderzoek zal mogelijk een vervolg kunnen krijgen met het opzetten van een in het broedseizoen uit te voeren oriënterende veldstudie in twee of meer karakteristieke biotopen. In deze gebieden zullen meerdere grotere insectensoorten bemonsterd worden (met name de larvale stadia), en mogelijk ter vergelijking een macrofaunasoort, waarvoor veel veld- en experimentele gegevens beschikbaar zijn (b.v. driehoeksmossel, Aziatische korfmosse). Naast een typisch uiterwaardengebied, zal een zo vergelijkbaar mogelijke referentielocatie worden gezocht (b.v. het Rijnstrangengebied bij Pannerdens kanaal). De keuze van de soorten zal gebaseerd worden op de gegevens uit het literatuuronderzoek, beschikbare velddata, en nadere gegevens van het door het RIZA in Wit Rusland (Pripjat rivierbekken) bemonsterde materiaal.

Daarnaast zal in oriënterend veldbezoek worden vastgesteld worden of de betreffende soorten in voldoende dichtheden aanwezig zijn om op eenvoudige wijze te kunnen worden bemonsterd. Voor de chemische analyse van zware metalen en enkele typische organische microverontreinigingen (PCB's, OCB's, PAK's) in ongewervelden is per soort of soortgroepen een hoeveelheid monster van 5-10 gram versgewicht benodigd (Van Hattum *et al.* 1993, 1996). De meeste volwassen insecten zijn relatief licht door de aanwezigheid van luchtkamers in het lichaam. Zo weegt een grote libel (b.v. *Aeshna*) ongeveer 1 gram, maar kleine libellen (waterjuffers) wegen ongeveer 0,025 gram. Het lichaamsgewicht van de grotere larven van kevers en libellen kan uiteenlopen van 10 - 500 mg. Voor 5 gram monster dienen dan 10 - 500 exemplaren gevangen te worden. Dit aspect zal bij de uitvoering van het voorgestelde veldonderzoek worden meegenomen. Voor de keuze van de te analyseren stoffen lijken zowel op grond van het literatuuronderzoek als de veldstudie de volgende stoffen naar voren te komen: PCB's, kwik, cadmium en enkele OCB's (HCB, b-HCH).

Voor het vaststellen van biota-sediment accumulatie factoren (BSAF) zullen ook sedimentanalyses in het voorgestelde onderzoek worden betrokken. Op basis hiervan kan beoordeeld worden of de BSAF-waarden voor de grotere insecten, afwijken van voor andere soorten gevonden waarden, of algemene waarden toegepast in risicomodellen (b.v. OMEGA).

Een voorstel voor de opzet voor het onderzoek aan het referentiemateriaal uit Wit-Rusland zal bij dit onderdeel worden meegenomen.

5.1 Algemeen

Het resultaat van bemonsteringen van de aquatische macrofauna wordt door verschillende factoren beïnvloed. Enerzijds is het de ontwikkeling van de soorten in de loop van het jaar en anderzijds is het ook de vangbaarheid van de verschillende soorten. Over het algemeen vinden bemonsteringen van de macrofauna plaats in de periode eind april-augustus. Hiermee kan een redelijk beeld van de macrofauna verkregen worden. Bij eerdere en latere bemonsteringen worden de soorten die hoger in de waterkolom zitten, veelal op en tussen waterplanten, onvoldoende bemonsterd. In grote lijnen wordt bij een

standaard macrofaunabemonstering ongeveer 60 % van de aanwezige biomassa in het te bemonsteren deel gevangen.

Het onderzoek richt zich op het bemonsteren van grotere macrofauna. Dit betreft met name de grotere keverlarven en de larven van libellen. Deze larven komen over het algemeen voor in een waterplantenrijke omgeving, waarbij de kleinere soorten meer aan de vegetatie gebonden zijn dan de grotere soorten. In rietvelden komen ook grotere macrofaunasoorten voor, maar bij een uniforme vegetatie is de dichtheid relatief laag.

Bij gewone macrofaunabemonsteringen wordt over een afstand van 5-10 meter een macrofaunanet met een maaswijdte van 0,5 mm schoksgewijs door het water/de waterplanten gehaald. Bij dergelijke bemonsteringen kunnen op gunstige plaatsen met een rijke macrofauna in de maand juni de volgende vangsten verwacht worden:

- libellenlarven: 10-20 exx. per monsternamen;
- grote waterkeverlarven: worden niet of zelden in de bemonsteringen aangetroffen;
- middelgrote waterkeverlarven: maximaal 5 exx. per trek (*Dytiscus* en *Hydrous piceus*);
- kleine keverlarven: over het algemeen in grote aantallen aanwezig.

5.2 Te bemonsteren soorten

Uit de literatuurstudie komt naar voren dat alle soorten libellenlarven en vaak de volwassen dieren als prooi benut kunnen worden. De dodaars verzamelt zijn voedsel over het algemeen meer aquatisch dan de overige soorten, die voor een deel ook buiten de directe waterzone kunnen foerageren. De dodaars benut ook Crustaceaan, Gastropoden en Molusken. Ook bij de grote karekiet en de zwarte stern zijn *Crustaceae* als prooi soort vastgesteld.

Libellen vormen voor alle soorten vogels een potentiële prooi soort. Gezien het langdurige larvenstadium van met name de *Anisoptera* (grote libellen) is vooral deze groep een belangrijke doelgroep. Daarnaast zijn de middelgrote en grote waterkevers ook een belangrijke te bemonsteren groep. Zowel grote karekiet, rietzanger als zwarte stern blijken deze groep organismen te benutten. Daarnaast zijn ook *Crustaceae* een interessante groep. Aan deze groep is ook relatief veel onderzoek verricht, waardoor de resultaten gemakkelijker in een breder kader geplaatst kunnen worden.

Interessante soorten zijn de waterpissebed en de Gammarussoorten. De eerste soort komt vooral in kleinere watertjes voor. Bij grotere wateren wordt deze soort vervangen door Gammarussoorten. In zoete, voedselarme wateren komt *Gammarus pulex* voor en in brakke wateren *Gammarus tigrinus*. Mogelijk kunnen ook enkele van de nieuwere soorten, die zich recent in Nederland gevestigd hebben, worden toegevoegd.

In de offerte worden ook bivalven als mogelijk te bemonsteren groep genoemd. Hier worden *Corbicula* en *Dreissena* genoemd. De eerste soortsgroep komt over het algemeen weinig in ondiepe wateren voor. Eén van de in Nederland voorkomende soorten, *Corbicula fluminalis*, is waarschijnlijk weinig winterhard. *Dreissena* komt wel voor in kleinere wateren, maar is daar minder algemeen. De schildersmossels komen echter wel regelmatig in kleinere wateren in de uiterwaarden voor. Deze soort zou voor de kleinere wateren dan ook bij voorkeur bemonsterd moeten worden. Andere weekdieren, die zeer

regelmatig voorkomen zijn de poelslak (*Lymnea* en *Radix* soorten) en schijfhoornslak (*Planorbidae*), maar deze soorten staan als overwegend planteneter lager in de voedselketen.

5.3 Praktische uitvoering

Voor de praktische uitvoering van het onderzoek wordt voorgesteld om gebruik te maken van een monsternet met een maaswijdte van 1 - 2 mm. Hiermee wordt voorkomen dat het nest snel dicht slibt bij een rijke macrofauna, maar de grotere macrofauna wordt goed bemonsterd. De bemonsteringen dienen bij voorkeur in mei en juni plaats te vinden. In deze periode vallen de ei(aan)leg en jongenperiode van de in deze studie besproken vogelsoorten. Het rendement van de bemonsteringen met een net met grote maaswijdte zal qua gewenste soorten minstens zo hoog zijn als bij het standaard macrofaunanet. Door de grotere maaswijdte is de weerstand in het water beduidend lager, waardoor het net met een grotere snelheid door het water kan worden getrokken. Hierdoor zullen de ontsnappingsmogelijkheden voor de snellere (lees: grotere waterinsekten) afnemen. Tevens kan door de lagere weerstand in het water ook voor een groter net gekozen worden, waardoor zowel het bemonsterd oppervlakte toeneemt als de ontsnappingsmogelijkheden voor de macrofauna beperkt worden.

De bemonsteringen zullen zich vooral moeten richten op gebieden, waar in het water groeiende vegetatie beschikbaar is, hetzij waterplanten hetzij helofyten. In gebieden zonder vegetatie is voornamelijk bodem gebonden macrofauna aanwezig en deze zal voor een belangrijk deel alleen door de Dodaars benut kunnen worden. Bij het bemonsteren zal zoveel mogelijk tussen de vegetatie bemonsterd moeten worden. Indien er veel waterplanten aanwezig zijn, kunnen delen hiervan met het net opgescheept worden. Het uitzoeken van het opgeschepte materiaal kan vergemakkelijkt worden door niet al te grote plukken materiaal op te scheppen en deze vervolgens in een emmer uit te spoelen. De inhoud van de emmer kan vervolgens in het veld in een witte bak overgegoten worden, waarna de relevante organismen er snel uitgezocht kunnen worden.

Het bemonsteren van volwassen macrofauna kan in veel gevallen met een net met een maaswijdte van 2 mm. Volwassen dieren die het water verlaten hebben, zullen met een ander net bemonsterd moeten worden. Hiervoor kan een eenvoudig vlindernet gebruikt worden. Belangrijk is echter dat volwassen dieren niet afkomstig hoeven te zijn uit het water, waarbij ze gevangen worden. Verschillende soorten libellen (bijvoorbeeld *Aeshna mixta*) kunnen aanzienlijke afstanden afleggen.

5.4 Onderzoekslocaties

In de uiterwaarden van de grote rivieren zijn over het algemeen in het zomerbed weinig geschikte situaties voor aquatische macrofauna aanwezig. In de kribvakken ontbreken waterplanten grotendeels, terwijl helofyten ook schaars zijn of ontbreken. Dit betekent dat er niet of nauwelijks macrofauna aanwezig zal zijn, die door zwarte stern, rietzanger en grote karekiet benut kan worden. In het winterbed in de strangen en kleinere wateren zijn goede mogelijkheden voor de ontwikkeling van macrofauna. Met name tichelgaten vormen geschikte biotopen. Daarnaast vormen de verschillende natuurontwikkelingsprojecten in het rivierengebied ook geschikte onderzoekslocaties. Bij voorkeur moeten

plaatsen gekozen worden, waar al enige tijd de macrofauna tot ontwikkeling is kunnen komen. Hierbij kan bijvoorbeeld gedacht worden aan de Duursche Waarden of de Afferdensch en Deestsche Waarden. Een andere optie is het selecteren van sterk verontreinigde gebieden, zoals het Ketelmeer en de Biesbosch. De grote karekiet komt in het eerstgenoemde gebied nog steeds voor, maar is in de Biesbosch zeer sterk achteruit gegaan. Dit heeft vermoedelijk ook te maken met de sterke achteruitgang van waterriet in deze regio.

Referentiegebieden dienen bij voorkeur in de omgeving van de andere onderzoekslocatie te liggen. Bij het Ketelmeer kan gedacht worden aan de Weerribben. Dit gebied werd door Graveland (1996) eveneens als referentiegebied gebruikt. Voor de Biesbosch kan het Eiland van Dordrecht als referentiegebied gebruikt worden. Hiermee kan aangesloten worden op eerder onderzoek in 1998. De binnendijkse gebieden bleken op een aantal plaatsen een goed ontwikkelde macrofauna te bevatten. Dit zou als referentie voor de buitendijkse gebieden gebruikt kunnen worden.

6. Conclusies en aanbevelingen

Voedselkeuze

Voor de beschouwde soorten riet- en moerasvogels (dodaars, zwarte stern, rietzanger en grote karekiet) geldt dat in alle gevallen grotere libellen en kevers een rol spelen in het dieet. In veel gevallen kan niet van een echte vaste preferentie gesproken worden, aangezien de meeste soorten opportunisten zijn en de preferenties vaak locatie- en seizoen-specifiek kunnen zijn. Bij de zwarte stern lijkt de nadruk overwegend op kleinere vissoorten te liggen en met name bij de grote karekiet lijkt er sprake te zijn van een voorkeur voor grotere insecten.

De literatuurgegevens bieden onvoldoende houvast om tot een betrouwbaar dieetspecifiek opnamemodel te kunnen komen. Op basis van in de literatuur beschreven generieke relaties zijn schattingen gemaakt van energiebehoefte en voedselconsumptie voor de beschouwde soorten.

Toxicokinetiek

In enkele recente Noord-Amerikaanse studies is voedselketenoverdracht bij insectivore riet- en moerasvogels (boomzwaluw, roodschoudertroepiaal) aangetoond. Er zijn weinig bruikbare gegevens gevonden met betrekking tot gehalten en accumulatiefactoren (BCF, BSAF) voor microverontreinigingen in grotere insectensoorten en de turn-over naar emergente adulte stadia, alsmede voor biomagnificatie (BMF) in insectivore vogels.

De beperkte gegevens laten zien dat bioaccumulatie van verontreinigingen bij de larvale en adulte stadia van insecten (BSAF range PCB's en OCB's: 0.3 – 11 lipid-org-C basis; metalen: <0.1 – 10 dry wt. basis) waarschijnlijk vergelijkbaar is met die van andere soortgroepen, zoals mollusken, kreeftachtigen, wormen en kleine insecten (muggenlarven). De gevonden ranges komen overeen met in de literatuur beschreven verwachtingswaarden en in het Rijn-Maas stroomgebied aangetroffen waarden.

Voor de volwassen stadia van libellen en andere emergente grote insecten zijn geen gegevens bekend uit veldstudies en is er een grote behoefte aan onderbouwende meetgegevens.

Doorvergiftiging

Voor de (niet in Nederland inheemse) boomzwaluw, prederend op haften en chironomiden, zijn in Noord Amerikaans onderzoek BMF waarden gevonden voor PCB's en OCB's in de range van 1-4 (lipid basis), met een mogelijk preferente opname van planaire PCB's ten opzichte van de minder toxische non-ortho congenen. Voor de roodschoudertroepiaal is een vergelijkbaar hoge opname ten opzichte van sedimentgebonden stoffen vastgesteld.

Op basis van de beperkte toxicokinetische gegevens (hoofdstuk 4) en de dieetschattingen (hoofdstuk 3) is als eerste benadering een eenvoudige berekening gemaakt van de voedselketenoverdracht en de blootstelling bij insectivore riet- en moerasvogels voor PCB's, uitgaande van sedimentgehalten in laag en matig-hoog belaste gebieden. Berekende gehalten (PCB-153 versgewicht) in insectivore vogels liepen uiteen van 0.2-60 µg/kg in

achtergrondgebieden tot 2-600 µg/kg in matig-hoog belaste gebieden, zoals de uiterwaarden. De geschatte dagelijkse opname van PCB-153 voor de grote karekiet liep uiteen van 0.6-40 ng/dag in laag belaste gebieden onder normale condities tot 6-600 ng/dag in hoog belaste gebieden tijdens het broedseizoen.

De voorbeeldberekeningen voor PCB-153 bevestigden dat via de insecten een aanzienlijke opname kan plaatsvinden en dat de gehalten in insectivore riet- en moerasvogels in verontreinigde gebieden naar verwachting iets lager zullen liggen dan, of - onder worst case condities - vergelijkbaar kunnen zijn met concentraties in schelpdier- of visetende vogelsoorten.

Veldstudie grote karekiet

De verkennende veldstudie m.b.t gehalten in eieren van de grote karekiet in verschillende biotopen in NW-Overijssel bevestigde een duidelijke opname van stoffen in de insectivore voedselketen. Voor een aantal stoffen (totaal PCB's, Planaire PCB's, HCB, β-HCH, Hg en Cd) is sprake van een duidelijke gradient met hoge waarden in het Ketelmeer, relatief lage waarden in de binnenwateren en (voor Hg, PCB's en sommige OCB's), intermediaire waarden in het Zwarte Meer.

De gemeten PCB gehalten (Σ 7PCB's: 200-840 µg/kg versgewicht) kwamen overeen met de berekende range uit de voorbeeldberekeningen en lagen in het algemeen iets lager dan de waarden, die in het Amerikaanse onderzoek (boomzwaluw, roodschoudertroepiaal) zijn gevonden, en onder gegevens uit Nederland voor aalscholvereieren, maar vergelijkbaar met meetgegevens voor eieren van andere vis- of schelpdier etende soorten in Nederland. Hg gehalten lagen in het algemeen onder bekende literatuur gegeven. Voor Cd, dat normaal niet in eieren wordt aangetroffen, werden aanwijzingen gevonden voor een mogelijke blootstelling van de karekietpopulatie rondom het Ketelmeer. De populatie bij het Zwarte Meer is door specifiek foerageergedrag waarschijnlijk verhoogd blootgesteld geweest aan pp'-DDE.

De Hg, OCB en Σ 7PCB gehalten liggen in het algemeen ruim onder voor andere soorten gerapporteerde effectniveaus. De waargenomen niveaus van PCB's met een dioxine-achtig werkingsmechanisme (15 - 44 ng TEQ/kg wet wt) liggen in de effect range van extreemgevoelige soorten (kip kuikens 20-50 ng TEQ/kg) en ruim onder niveaus gerapporteerd voor minder gevoelige soorten zoals de reigers, sterns en fazant (150-7300 ng TEQ/kg). Hoewel het niet aannemelijk is dat de in deze rapportage beschouwde riet- en moerasvogelsoorten vergelijkbaar gevoelig zijn als de kip, kan dit echter niet volledig worden uitgesloten en zou toekomstig onderzoek over dit onderwerp overwogen kunnen worden.

Aanbevelingen

Alvorens voor insectivore vogels gebruik te kunnen maken van generieke blootstellings- en risicomodellen, zoals bijvoorbeeld het OMEGA model, wordt aanbevolen om in een aantal gesignaleerde kennisleemtes te voorzien. Het betreft hier vooral het vaststellen van gehalten, biota-sediment accumulatiefactoren (BSAF) en turn-over van stoffen tijdens de overgang van larvale naar adulte stadia van belangrijke grote insectensoorten (libellen, kevers), alsmede onderzoek aan eieren en weefsels van riet- en moerassoorten voor het vaststellen van biomagnificatiefactoren (BMF). Daarnaast wordt aanbevolen om

verder verkennend onderzoek te verrichten naar de relatieve gevoeligheid van riet- en moerasvogels.

In hoofdstuk 7 is een uitgewerkte opzet gepresenteerd voor concreet macrofauna onderzoek in biotopen waar de grote karekiet sterk onder druk staat (Biesbosch, Ketelmeer) en in referentiegebieden (Weerribben, Duursche Waarden, Afferdendse en Deestsche Waarden).

7. Referenties

- Aschoff, J. & H. Pohl (1970). Der Ruheumsatz von Vögeln als Funktion der Tageszeit und des Körpergrösse. *J. Orn.* 111: 38-47.
- Baarspul A.N.J. & J.P. de Krijger (1997). Het belang van libellen en andere insecten in het kuikendieet van de zwarte stern *Chlidonias niger*. *Brachytron* 1: 6-10.
- Baggerman B., G.P. Baerends, H.S. Heikens & J.H. Mook (1956). Observations on the behaviour of the Black tern *Chlidonias n. niger* (L.), in the breeding area. *Ardea* 44: 1-71.
- Bauer, K.M. & U.N. Glutz von Blotzheim (1996). *Handbuch der Vögel Mitteleuropas*. Akademische Verlagsgesellschaft, Frankfurt am Main.
- Beintema A.J. (1993). *Broedprestaties van de zwarte stern in 1992*. IBN-rapport 0.26, Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen/Arnhem.
- Beintema A.J., T. Baarspul & J.P. de Krijger (1997). Calcium deficiency in Black Terns *Chlidonias niger* nesting on acid bogs. *Ibis* 139: 396-412.
- Beintema, A.J., J. Winden van der, T. Baarspul, J.P. Krijger de, C.H.J. van Oers & M. Keller, (1998). Black Terns *Chlidonias niger* and their dietary problems in Dutch wetlands. *Ardea*, in prep:
- Berndt, R.K. (1981). Zur Brutbiologie und zum Verhalten der Trauerseeschwalbe *Chlidonias niger* am Brutplatz. *Corax* 8(4): 266-281.
- Bibby C.J. & R.E. Green (1981). Autumn migration strategies of Reed and Sedge Warblers. *Ornis Scand.* 12: 1-12.
- Bishop, C.A., M.D. Koster, A.A. Chek, G.J.T. Hessel & K. Jock (1995). Chlorinated hydrocarbons and mercury in sediments, red-winged blackbirds (*Agelaius phoeniceus*) and tree swallows (*Tachycineta bicolor*) from wetlands in the great lakes-St. Lawrence river basin. *Environmental Toxicology & Chemistry*, 14:491-501.
- Bosveld, A.T.C., J. Gradener, M. van Kampen, A.J. Murk, E.H.G. Evers & M. van den Berg (1993). Occurrence and effects of PCBs, PCDDs and PCDFs in hatchlings of the common tern (*Sterna Hirundo*). *Chemosphere* 27: 419-427.
- Boudewijn, T.J. & N.M. Groen (1998). *Projectplan voor onderzoek naar de mogelijke effecten van contaminanten in uiterwaarden op vogels*. Bureau Waardenbrug BV, Culemborg.
- Cain, D.J., S.N. Luoma, J.L. Carter & S.V. Fend (1992). Aquatic insects as bioindicators of trace element contamination in cobble-bottom rivers and streams. *Canadian Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 49:2141-2154.
- Carline, R.F. & G.J. Jobsis (1993). Assessment of aquatic animal communities in the vicinity of the Palmerton Pennsylvania zinc smelters. *Environmental Toxicology & Chemistry*, 12:1661-1670.
- Cramp S. (ed.) (1985). *The Birds of the Western Palearctic*, Vol. 4. Oxford University Press, Oxford.
- Cramp S. (1992). *The birds of the Western Palearctis*, Vol. 6. Oxford University Press, Oxford.
- Cramp, S. & K.E.L. Simmons (1977). *The birds of the Western Palearctis – Vol. 1*. Oxford University Press, Oxford.
- De Voogt, P., J.C. Klamer, A.A. Goede & H. Govers (1984). *Accumulation of compounds in waders from the Dutch Wadden Sea*. Rapport nr. R-85/7. Institute for Environmental Studies, Vrije Universiteit, Amsterdam.

- Dietz *et al.* (1990). Organic mercury in Greenland birds and mammals. *Sci. Tot. Environ.* 95: 41-51.
- Dittberner H. & W. Dittberner (1993). Brutökologie der Trauerseeschwalbe *Chlidonias niger* in der Uckermark. *Ökol. Vögel* 15: 17-84.
- Drent R, B. Ebbinge & B. Weyand (1978). Balancing the energy budgets of arctic breeding geese throughout the annual cycle: a progress report. *Verh. Orn. Ges. Bayern* 23: 239-263.
- Drent, R.H. & S. Daan (1980). The prudent parent: energetic adjustments in avian breeding. *Ardea* 68: 225-252.
- Drouillard, K.G., J.J.H. Ciborowski, R. Lazar & D.D. Haffner (1996). Estimation of the uptake of organochlorines by the mayfly *Hexagenia limbata* (Ephemeroptera: Ephemeridae). *Journal of Great Lakes Research*, 22:26-35.
- Ezaki, Y. (1992). Importance of communal foraging grounds outside the reed marsh for breeding great reed warblers. *Ecol. Research* 7: 63-70.
- Froese, K.L., D.A. Verbrugge, G.T. Ankley, G.J. Niemi, C.P. Larsen & J.P. Giesy (1998). Bioaccumulation of polychlorinated biphenyls from sediments to aquatic insects and tree swallow eggs and nestlings in Saginaw Bay, Michigan, USA. *Environmental Toxicology & Chemistry*, 17:484-492.
- Froese, K.L., D.A. Verbrugge, G.T. Ankley, G.J. Niemi, C.P. Larsen & J.P. Giesy (1998). Bioaccumulation of polychlorinated biphenyls from sediments to aquatic insects and tree swallow eggs and nestlings in Saginaw Bay, Michigan, USA. *Environmental Toxicology & Chemistry*, 17:484-492.
- Geijskes D.C. & J. van Tol (1983). *De libellen van Nederland (Odonata)*. Uitgave 31. Bibliotheek KNNV, Hoogwoud.
- Giesy, J.P., W.W. Bowerman, M.A. Mora, D.A. Verbrugge, R.A. Othoudt, J.L. Newsted, C.L. Summer, R.J. Aulerich, S.J. Bursian, J.P. Ludwig, G.A. Dawson, T.J. Kubiak, D.A. Best & D.E. Tillitt (1995). Contaminants in fishes from great lakes-influenced sections and above dams of three michigan rivers: III. Implications for helath of bald eagles. *Archives of Environmental Contamination & Toxicology*, 29:309-321.
- Giesy, J.P., J.P. Ludwig & D.E. Tillitt (1994). Deformities in birds of the great lakes region. *Environmental Science & Technology*, 28:128a-135a.
- Glutz von Blotzheim, U. N. & K.M. Bauer (1991). *Handbuch der Vögel Mitteleuropas*, Band 12/1. Aula-Verlag, Wiesbaden.
- Glutz von Blotzheim, U.N. & K.M. Bauer (eds.) (1982). *Handbuch der Vögel Mitteleuropas*, 8(II). Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden.
- Glutz von Blotzheim, U.N. & K.M. Bauer (eds.) (1982). *Handbuch der Vögel Mitteleuropas*, 8(II). Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden.
- Goede, A.A. (1985). Mercury, selenium, arsenic and zinc in waders from the Dutch Wadden Sea. *Environmental Pollution*, 37, 287-309
- Goede, A.A. (1993). *Selenium in marine waders*. Proefschrift. Technische Universiteit Delft.
- Graveland J. (1996). Watervogel en zangvogel: de achteruitgang van de Grote Karekiet *Acrocephalus arundinaceus* in Nederland. *Limosa* 69: 85-96.
- Groen, N.M. (1997). *Risico's voor vogels in verontreinigde rivierecosystemen*. Bureau Waardenburg BV, Culemborg.
- Harkey G.A. & S.J. Klaine (1992). Bioconcentration of trans-chlordane by the midge, *chironomus-decorus*. *Chemosphere* 24: 1911-1919.

- Hattum, B. van, A.J. Hendriks, M.A. Beek, J. de Boer (1998). *Critical levels of selected lipophilic contaminants in fish and shellfish from the Rhine-Meuse Basin*. IVM-E98/03, RIZA, Lelystad, 68 p.
- Hattum, B. van, K. Swart & B. van der Horst (1998). *Microverontreinigingen in lepelaarkuikens uit het Zwanenmeer*. IVM-R98/06. VU Boekhandel/Uitgeverij, Amsterdam, 38 p.
- Haverschmidt, F. (1978). *Die Trauerseeschwalbe Chlidonias niger*. Neue Brehm-Bucherei, A. Ziemsen Verlag, Wittenberg Lutherstadt.
- Hendriks, A.J. (1995a). *Concentrations of microcontaminants and response of organisms in laboratory experiments and Rhine Delta field surveys*. Thesis, Universiteit Utrecht, Utrecht.
- Hendriks, A.J. (1995b). *Optimal modelling in Ecotoxicological Assessments (OMEGA): concentration kinetics of contaminants and population dynamics of species*. RIZA, Lelystad
- Hendriks, A.J., H. Pieters (1993). Monitoring concentrations of microcontaminants in aquatic organisms in the Rhine Delta: a comparison with reference values. *Chemosphere* 26, 817-836.
- Hendriks, A.J., J. de Jonge, P.J. den Besten & J.H. Faber (1997). Gifstoffen in het rivierengebied: een belemmering voor natuurontwikkeling? *Landschap* 14:219-233.
- Heikens, A. & J. Hendriks (1999). *Risicoschatting met behulp van OMEGA voor enkele vogelsoorten in met PCBs en Cadmium verontreinigde rivierecosystemen*. WSCE-rapport 99-07. RIZA, Lelystad.
- Heikens, A., W.J.G.M. Peijnenburg & J. Hendriks (2001). Bioaccumulation of heavy metals in terrestrial invertebrates. *Environmental Pollution*. 113: 385-393.
- Hoffman, D.J., C.P. Rice & T.J. Kubiak (1996). PCBs and Dioxins in Birds. In: W.N. Beyer, et al (Eds.), *Environmental Contaminants in Wildlife - Interpreting Tissue Concentrations*, pp. 165-207. CRC Press, Boca Raton, FL, USA.
- Hoi H., S. Kleindorfer, R. Ille & J. Ditami (1995). Prey abundance and male parental behaviour in Acrocephalus warblers. *Ibis* 137: 490-496.
- Kersten, M. & T. Persma (1987). High levels of energy expenditure in shorebirds; metabolic adaptations to an energetically expensive way of life. *Ardea* 75: 175-187.
- Kisch J. (1992). Zur Nahrungsbiologie der Trauerseeschwalbe am Dümmer. *Chlidonias* 2: 6-12
- Larsson, P. (1984). Transfer of PCBs from aquatic to terrestrial environments by emerging chironomids. *Environmental Pollution* 34: 283-289.
- Leonards P.E.G., Y. Zierikzee, U.A.Th. Brinkman, W.P.C. Cofino, N.M. Van Straalen & B. Van Hattum (1997). The selective dietary accumulation of planar polychlorinated biphenyls in the otter (*Lutra lutra*). *Environ. Toxicol.Chem.* 16):1807-1815.
- Leonards, P.E.G. (1997). *PCBs in mustelids - analysis, food chain transfer and critical levels*. Thesis. Vrije Universiteit, Amsterdam.
- Nagy, K.A. (1987). Field metabolic rate and food requirements scaling in mammals and birds. *Ecological monographs* 57 (2): 111-128.
- Nieukerken, E.J. (red.) (1995). *Verspreidingsgegevens van de Nederlandse libellen*. Stichting EIS Nederland, Leiden.
- Ormerod, S.J. (1990). Time of passage, habitat use and mass change of Acrocephalus warblers in a South Wales reedswamp. *Ring. & Migr.* 11: 1-11.
- Ormerod, S.J., R.K.B. Jenkins & P.J. Prosser (1991). Further studies on the pre-migratory weights of Sedge Warblers Acrocephalus schoenobaenus in south west Wales: patterns between sites and years. *Ring. & Migr.* 12: 103-112.

- Peakall, D.B. (1996). Dieldrin and other cyclodiene pesticides in wildlife. In: W.N. Beyer, *et al.* (Eds.). *Environmental Contaminants in Wildlife - Interpreting Tissue Concentrations*, pp. 73-97. CRC Press, Boca Raton, FL, USA.
- Potts, G.R. (1968). Success of eggs of the shag on the Farne Islands, Northumberland, in relation to their content of dieldrin and p,p'-DDE. *Nature* 217: 1282-1284.
- Reinhold, J.O., A.J. Hendriks, L.K. Slager & M. Ohm (1999). Transfer of microcontaminants from sediment to chironomids, and the risk for the pond bat *Myotis dasycneme* (Chiroptera) preying on them. *Aquatic Ecology* 22: 363-376.
- Renzoni *et al.* (1986). Comparison between concentrations of mercury and other contaminants in eggs and tissues of Cory's shearwater *Calonectris diomedea* collected on Atlantic and Mediterranean islands. *Environ. Pollut. (A)* 40: 17-35.
- Sanderson *et al.* (1994). Biological effects of polychlorinated dibenzo-p-dioxins, dibenzofurans and biphenyls in double crested cormorant chicks. *J. Toxicol. Environ. Health* 41: 247-265.
- Saouter, E., Hare, L., Campbell, P.L.C., Boudou, A. & Ribeyre, F. (1993). Mercury accumulation in the burrowing mayfly *hexagenia-rigida ephemeroptera* exposed to CH₃HgC₁ or HgC₁₂ in water and sediment. *Water Research*, 27:1041-1048.
- Stewart, F.M., Thompson, D.R., Furness, R.W. & Harrison, N. (1994). Seasonal variation in heavy metal levels in tissues of common guillemots, *Uria aalge* from Northwest Scotland. *Archives of Environmental Contamination & Toxicology*, 27:168-175.
- Stronkhorst, J., T. Ysebaert, F. Smedes, P. Meininger, S. Dirksen & T. Boudewijn (1993). Contaminants in eggs of some waterbirds species from the Schelde estuary. *Marine Pollution Bulletin*, 26, 572-578.
- Sundlof, S. F., M. G. Spalding, J. D. Wentworth & C. K. Steible (1994). Mercury in livers of wading birds (Ciconiiformes) in southern Florida. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 27 (3):299-305.
- Thomann, R.V., J.P. Connolly, T.F. Parkerton (1992). An equilibrium model of organic chemical accumulation in aquatic food webs with sediment interaction. *Environ Toxicol Chem* 11:615-630
- Thomann, R.V., J.D. Mahony & R. Mueller (1995). Steady-state model of biota sediment accumulation factor for metals in 2 marine bivalves. *Environmental Toxicology and Chemistry* 14: 1989-1998.
- Timmermans K.R. & P.A. Walker (1989). The fate of trace metals during the metamorphosis of chironomids (Diptera, Chironomidae). *Environmental Pollution* 62: 73-85
- Tremblay, A. & M. Lucotte (1997). Accumulation of total mercury and methyl mercury in insect larvae of hydroelectric reservoirs. *Canadian Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 54:832-841.
- Van den Berg, M. *et al.* (1998). Toxic equivalency factors (TEFs) for PCBs, PCDDs and PCDFs for humans and wildlife. *Environm. Health Persp.* 106, 775-792.
- Van Hattum, B. (1997). *Ongepubliceerde gegevens uit onderzoek in opdracht van Provincie Noord-Holland*. IVM, Vrije Universiteit, Amsterdam.
- Van Hattum, B., I. Burgers, K. Swart, A. van der Horst, J.W. Wegener, P. Leonards, M. Rijkeboer & P. den Besten (1996). *Biomonitoring van microverontreinigingen in het Hollandsch Diep, De Dordtsche en de Brabantsche Biesbosch*. Rapport nr. E-96/12. Instituut Voor Milieuvraagstukken, Vrije Universiteit. Amsterdam
- Van Hattum, B., P. Leonards, I. Burgers & B. van der Horst (1993). *Microverontreinigingen in organismen uit de Nieuwe Merwede en de Dordtsche Biesbosch - Nader Onderzoek Nieuwe*

- Merwede. Rapport nr. E-92/19. Instituut Voor Milieuvraagstukken, Vrije Universiteit. Amsterdam.
- Van Hattum, B., K. R. Timmermans & H.A. Govers (1991). Abiotic and biotic factors influencing in situ trace metal levels in macroinvertebrates in freshwater ecosystems. *Environmental Toxicology & Chemistry* 10, 275-292.
- Van Oers, C.H.J. (1994). *Broedprestaties van de zwarte stern in de Ooypolder in 1994*. Stage-rapport. Arnhem, Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek.
- Veldkamp, R. 1985. Zwarte stern als broedvogel in De Wieden (1982-84). *Vogeljaar* 33: 71-75.
- Wiemeyer, S.N. *et al.* (1984). Organochlorine pesticides, polychlorinated biphenyls and mercury residues in bald eagles 1969-1979 and their relationships to eggshell thinning and reproduction. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 12: 529-549.
- Wiemeyer, S.N. *et al.* (1988). Organochlorine pesticides, polychlorinated biphenyls and mercury in opsrey eggs 1970-1979 and their relationships to eggshell thinning and reproduction. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 17: 767-787.
- Wolfe, M.F. *et al.* (1997). Effects of mercury on wildlife: a comprehensive review. *Environ. Toxicol. Chem.* 17: 146-160.
- Yamashita, N., S. Tanabe, J.P. Ludwig, H. Kurita, M.E. Ludwig & R. Tatsukawa (1993). Embryonic abnormalities and organochlorine contamination in double crested cormorants (*Phalacrocorax auritus*) and Caspian terns (*Hydroprogne caspia*) from the upper Great Lakes in 1988. *Environmental Pollution* 79; 163-173.

Genummerde lijst gehanteerd in Bijlagen H-10

1. Anonymous(1985): *The birds of the Western Palearctis*. Oxford University Press, Oxford.
2. Anonymous(1995): *Verspreidingsgegevens van de Nederlandse libellen*. Stichting EIS Nederland, Leiden.
3. Albers, P.H. & Camardese, M.B. (1993b): Effects of acidification on metal accumulation by aquatic plants and invertebrates 1. Constructed wetlands. *Environmental Toxicology & Chemistry*, 12:959-967.
4. Albers, P.H. & Camardese, M.B. (1993a): Effects of acidification on metal accumulation by aquatic plants and invertebrates 2. Wetlands ponds and small lakes. *Environmental Toxicology & Chemistry*, 12:969-976.
5. Ankley, G.T., Niemi, G.J., Lodge, K.B., Harris, H.J., Beaver, D.L., Tillitt, D.E., Schwartz, T.R., Giesy, J.P., Jones, P.D. & Hagley, C. (1993): Uptake of planar polychlorinated biphenyls and 2,3,7,8-substituted polychlorinated dibenzofurans and dibenzo-p-dioxins by birds nesting in the lower Fox River and Green Bay, Wisconsin, USA. *Archives of Environmental Contamination & Toxicology*, 24:332-344.
6. Axtmann, E.V., Cain, D.J. & Luoma, S.N. (1997): Effect of tributary inflows on the distribution of trace metals in fine-grained bed sediments and benthic insects of the Clark Fork River, Montana. *Environmental Science & Technology*, 31:750-758.
7. Baarspul, T. & Krijger de, J.P. (1997): Het belang van libellen en andere insecten in het kuikendieet van de zwarte stern *Chlidonias niger*. *Brachytron*, 6-10.
8. Baggerman, B., Baerends, G.P., Heikens, H.S. & Mook, J.H. (1956): Observations on the behaviour of the Black Tern *Chlidonias niger* in the breeding area. *Ardea*, 44:1-71.
9. Bauer, K.M. & Glutz von Blotzheim, U.N. (1996): *Handbuch der Vögel Mitteleuropas*. Akademische Verlagsgesellschaft, Frankfurt am Main.

10. Beintema, A. J. Broedprestaties van de zwarte stern in 1992. IBN 0.26. 1993. Wageningen, Instituut voor Bos en Natuuronderzoek. (GENERIC), Ref Type: Report
11. Beintema, A.J., Winden van der, J., Baarspul, T., Krijger de, J.P., Oers van, C.H.J. & Keller, M. (1998): Black Terns *Chlidonias niger* and their dietary problems in Dutch wetlands. *Ardea*, in prep:
12. Bishop, C.A., Koster, M.D., Chek, A.A., Hussel, D.J.T. & Jock, K. (1995): Chlorinated hydrocarbons and mercury in sediments, red-winged blackbirds (*Agelaius phoeniceus*) and tree swallows (*Tachycineta bicolor*) from wetlands in the great lakes-St. Lawrence river basin. *Environmental Toxicology & Chemistry*, 14:491-501.
13. Cain, D.J., Luoma, S.N., Carter, J.L. & Fend, S., V (1992): Aquatic insects as bioindicators of trace element contamination in cobble-bottom rivers and streams. *Canadian Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 49:2141-2154.
14. Carline, R.F. & Jobsis, G.J. (1993): Assessment of aquatic animal communities in the vicinity of the Palmerton Pennsylvania zinc smelters. *Environmental Toxicology & Chemistry*, 12:1661-1670.
15. Cramp, S. (1992): *The birds of the Western Palearctis*. Oxford University Press, Oxford.
16. Cramp, S. & Simmons, K.E.L. (1977): *The birds of the Western Palearctis*. Oxford University Press, Oxford.
17. Crawford, L.A., Lepp, N.W. & Hodgkinson, I.D. (1996): Accumulation and egestion of dietary copper and cadmium by the grasshopper *Locusta migratoria* R and F (*Orthoptera: Acrididae*). *Environmental Pollution*, 92:241-246.
18. Drouillard, K.G., Ciborowski, J.J.H., Lazar, R. & Haffner, D.D. (1996): Estimation of the uptake of organochlorines by the mayfly *Hexagenia limbata* (*Ephemeroptera: Ephemeridae*). *Journal of Great Lakes Research*, 22:26-35.
19. Dunham, M. Changes in mass, fat content, and water content with growth in adult *Pachydiplax longipennis* (*Odonata: Libellulidae*). *Canadian Journal of Zoology* 71(7), 1470-1473. 1993. (GENERIC), Ref Type: Generic
20. Froese, K.L., Verbrugge, D.A., Ankley, G.T., Niemi, G.J., Larsen, C.P. & Giesy, J.P. (1998): Bioaccumulation of polychlorinated biphenyls from sediments to aquatic insects and tree swallow eggs and nestlings in Saginaw Bay, Michigan, USA. *Environmental Toxicology & Chemistry*, 17:484-492.
21. Gintenreiter, S., Ortel, J. & Nopp, H.J. (1993): Bioaccumulation of cadmium, lead, copper and zinc in successive developmental stages of *lymantria-dispar* l. *Lymantriidae* lepid a life cycle study. *Archives of Environmental Contamination & Toxicology*, 25:55-61.
22. Glutz von Blotzheim, U.N. & Bauer, K.M. (1982): *Handbuch der Vögel Mitteleuropas*. Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden.
23. Glutz von Blotzheim, U.N. & Bauer, K.M. (1991): *Handbuch der Vögel Mitteleuropas*. Aula-Verlag, Wiesbaden.
24. Graveland, J. (1996): The decline of an aquatic songbird: The Great Reed Warbler *Acrocephalus arundinaceus* in the Netherlands. [Netherlandish]. *Limosa*, 69:85-96.
25. Guruge, K. S., Tanabe, S., Iwata, H., Taksukawa, R. & Yamagishi, S. Distribution, Bio-magnification, and Elimination of Butyltin Compound Residues in Common Cormorants (*Phalacrocorax carbo*) from Lake Biwa, Japan. *Archives of Environmental Contamination & Toxicology* 31(2), 210-217. 1996. (GENERIC) Ref Type: Generic
26. Hare, L. & Shooner, F. (1995): Do aquatic insects avoid cadmium-contaminated sediments? *Environmental Toxicology & Chemistry*, 14:1071-1077.

27. Van Hattum, B., Timmermans, K. R. & Govers, H. A. Abiotic and biotic factors influencing in situ trace metal levels in macroinvertebrates in freshwater ecosystems. *Environmental Toxicology & Chemistry* 10, 275-292. 1991. (GENERIC) Ref Type: Generic
28. Haverschmidt, F. (1978): *Die Trauerseeschwalbe Chlidonias niger*. Neue Brehm-Bucherei, A. Ziemsen Verlag, Wittenberg Lutherstadt.
29. Jongbloed, R.H., Traas, T.P. & Luttik, R. (1996): A probabilistic model for deriving soil quality criteria based on secondary poisoning of top predators: II. Calculations for dichlorodiphenyltrichloroethane (DDT) and cadmium. *Ecotoxicology & Environmental Safety*, 34:279-306.
30. Kovats, Z.E. & Ciborowski, J.J.H. (1989): Aquatic insect adults as indicators of organochlorine contamination. *Journal of Great Lakes Research*, 15:623-634.
31. Kovats, Z.E. & Ciborowski, J.J.H. (1993): Organochlorine contaminant concentration in caddisfly adults (*Trichoptera*) collected from Great Lakes connecting channels. *Environmental Monitoring & Assessment*, 27:135-158.
32. Leblanc, G. A. Trophic-level differences in the bioconcentration of chemicals: Implications in assessing environmental biomagnification. *Environmental Science & Technology* 29(1), 154-160. 1995. (GENERIC) Ref Type: Generic
33. Li, M.H.M. (1992): Toxicokinetics of 2,2',4',4'- and 3,3',4,4'-tetrachlorobiphenyl congeners in the house cricket. *Ecotoxicology & Environmental Safety*, 24:309-318.
34. Lindqvist, L. (1995): Influence of metal concentrations in food on metal uptake and accumulation in sawfly larvae. *Archives of Environmental Contamination & Toxicology*, 28:310-313.
35. Lydy, M.J., Hayton, W.L., Staubus, A.E. & Fisher, S.W. (1994): Bioconcentration of 5,5',6-trichlorobiphenyl and pentachlorophenol in the midge, *Chironomus riparius*, as measured by a pharmacokinetic model. *Archives of Environmental Contamination & Toxicology*, 26:251-256.
36. Maier, K.J. & Knight, A.W. (1993): Comparative acute toxicity and bioconcentration of selenium by the midge *Chironomus decorus* exposed to selenate selenite and seleno-d,l-methionine. *Archives of Environmental Contamination & Toxicology*, 25:365-370.
37. Malchow, D.E., Knight, A.W. & Maier, K.J. (1995): Bioaccumulation and Toxicity of Selenium in *Chironomus decorus* Larvae Fed a Diet of Seleniferous *Selenastrum capricornutum*. *Archives of Environmental Contamination & Toxicology*, 29:104-109.
38. Munger, C. & Hare, L. (1997): Relative importance of water and food as cadmium sources to an aquatic insect (*Chaoborus punctipennis*): Implications for predicting Cd bioaccumulation in nature. *Environmental Science & Technology*, 31:891-895.
39. Nichols, J.W., Larsen, C.P., McDonald, M.E., Niemi, G.J. & Ankley, G.T. (1995): Bioenergetics-based model for accumulation of polychlorinated biphenyls by nestling tree swallows, *Tachycineta bicolor*. *Environmental Science & Technology*, 29:604-612.
40. Nyholm, N.E., I (1995): Monitoring of terrestrial environmental metal pollution by means of free-living insectivorous birds. *Annali di Chimica*, 85:343-351.
41. Oers van, C. H. J. Broedprestaties van de zwarte stern in de Ooypolder in 1994. stagerapport. 1994. Arnhem, Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek. (GENERIC) Ref Type: Report
42. Owens, J.W., Swanson, S.M. & Birkholz, D.A. (1994): Bioaccumulation of 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin, 2,3,7,8-tetrachlorodibenzofuran and extractable organic chlorine at a bleached-kraft mill site in a northern Canadian river system. *Environmental Toxicology & Chemistry*, 13:343-354.

43. Rosetta, T.N. & Knight, A.W. (1995): Bioaccumulation of selenate, selenite, and seleno-DL-methionine by the brine fly larvae *Ephydra cinerea* Jones. *Archives of Environmental Contamination & Toxicology*, 29:351-357.
44. Saiki, M.K., Castleberry, D.T., May, T.W., Martin, B.A. & Bullard, F.N. (1995): Copper, cadmium, and zinc concentrations in aquatic food chains from the upper Sacramento River (California) and selected tributaries. *Archives of Environmental Contamination & Toxicology*, 29:484-491.
45. Saouter, E., Hare, L., Campbell, P.L.C., Boudou, A. & Ribeyre, F. (1993): Mercury accumulation in the burrowing mayfly *hexagenia-rigida ephemeroptera* exposed to CH₃HgC₁ or HgC₁₂ in water and sediment. *Water Research*, 27:1041-1048.
46. Scheuhammer, A.M., Mcnicol, D.K., Mallory, M.L. & Kerekes, J.J. (1997): Relationships between lake chemistry and calcium and trace metal concentrations of aquatic invertebrates eaten by breeding insectivorous waterfowl. *Environmental Pollution*, 96:235-247.
47. Steingraeber, M.T., schwartz, T.R., Wiener, J.G. & Lebo, J.A. (1994): Polychlorinated biphenyl congeners in emergent mayflies from the upper Mississippi river. *Environmental Science & Technology*, 28:707-714.
48. Steingraeber, M.T. & Wiener, J.G. (1995): Bioassessment of contaminant transport and distribution in aquatic ecosystems by chemical analysis of burrowing mayflies (*Hexagenia*). *Regulated Rivers-Research & Management*, 11:201-209.
49. Tremblay, A. & Lucotte, M. (1997): Accumulation of total mercury and methyl mercury in insect larvae of hydroelectric reservoirs. *Canadian Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 54:832-841.
50. Vuori, K.M. & Kukkonen, J. (1996): Metal concentrations in *Hydropsyche pellucidula* larvae (*Trichoptera, Hydropsychidae*) in relation to the anal papillae abnormalities and age of exocuticle. *Water Research*, 30:2265-2272.

8. Bijlagen Literatuurstudie

In dit hoofdstuk zijn de bijlagen bij de literatuurstudie samengevat:

Tabel 10.1	Diverse gegevens voor insecten en insectenetende vogels.
Tabel 10.2	Bioaccumulatie/magnificatie gegevens.
Tabel 10.3	Bioconcentratie gegevens.
Tabel 10.4	Biota sediment accumulatie factoren (BSAF) voor insecten en vogels
Tabel 10.5	Veldconcentraties van een selectie metalen (Cd, Pb, Cu, Zn) in insecten
Tabel 10.6	Gehalten van diverse componenten in insecten
Tabel 10.7	Soort- of taxonnamen en engelse vertaling

Alle gegevens die betrekking hebben op insecten in onderstaande tabellen betreffen larven van de vermelde soort/orde, tenzij expliciet aangegeven is dat een ander stadium bestudeerd is.

In verband met de beschikbare ruimte is in de tabellen een genummerd referentie systeem gebruikt. De genummerde referentielijst is apart opgenomen in hoofdstuk 9.

Definities:

Bioconcentratie: opname van een contaminant door waterorganismen uit het water; meestal uitgedrukt als BCF (Bioconcentratiefactor), berekend als de verhouding van de concentratie in het organisme en die in de waterfase in de eenheid L/kg, of dimensieloos, indien berekend als verhouding van de snelheidsconstanten voor opname en uitscheiding.

Bioaccumulatie: opname van een contaminant uit water en voedsel; indien het relatieve belang van opname uit waterfase en voedsel bekend is wordt meestal gewerkt met de schijnbare BCF (BCF_{app} ; verhouding tussen gehalte in organisme en waterfase in L/kg) en (met name bij terrestrische organismen) de Bioaccumulatiefactor (BAF; verhouding tussen gehalte in organisme en het voedsel).

Biomagnificatie: verhoging van concentraties in weefsel van een contaminant bij doorlopen van twee of meer schakels in een voedselweb (t.g.v. bioconcentratie en accumulatie); meestal uitgedrukt als Biomagnificatiefactor (BMF, verhouding in concentratie tussen opeenvolgende stappen in de voedselketen en meestal uitgedrukt op vetgewichts basis)

Biota-sediment accumulatie factor (BSAF): verhouding tussen gehalte in organisme en sediment, bij voorkeur gestandaardiseerd naar lipidgehalte in het organisme en organisch koolstofgehalte van het sediment.

Tabel 10.1 Diverse gegevens voor insecten en insectenetende vogels.

Soort/orde	parameter/eenheid	teneral	immature	mature		ref
<i>Odonata; Libelludiae</i> ^a	drooggewicht in mg	25	33	47-57		(19)
<i>Odonata; Libelludiae</i> ^a	water gehalte in %	76-79	72-73	71-73		idem
<i>Odonata; Libelludiae</i> ^a	vetgehalte (f) in %	6	6-9	7-8	op dw	idem
<i>Odonata; Libelludiae</i> ^a	vetgehalte (m) in %	5	4-7	4-6	op dw	idem
<i>Libelludiae</i>	Ca gehalte in mg/g ww			2.2	pH 8.1	(46)
<i>Libelludiae</i>	Ca gehalte in mg/g ww			1.5	pH 5.8	idem
<i>Libelludiae</i>	Ca gehalte in mg/g ww			1.6	pH 5.4	idem
<i>Coleoptera; Gyrinidae</i>	Ca gehalte in mg/g ww			0.65	pH 8.1	idem
<i>Coleoptera; Gyrinidae</i>	Ca gehalte in mg/g ww			0.58	pH 5.8	idem
<i>Coleoptera; Gyrinidae</i>	Ca gehalte in mg/g ww			0.68	pH 5.4	idem
<i>Trichoptera</i>	vetgehalte in %			7-26	dw	(31)
<i>Hydropsychidae</i>	vetgehalte in %			13-24	dw	idem
<i>Leptoceridae</i>	vetgehalte in %			8-10	dw	idem
<i>Macrostemum zebratum</i>	vetgehalte in %			19-23	dw	idem
<i>Trichoptera</i>	vetgehalte in %			14-21	dw	(30)
<i>Hexagenia</i>	vetgehalte in %			13-21	dw	idem
<i>Hydropsch</i>	vetgehalte in %			15	dw	idem
<i>Caenis</i>	vetgehalte in %			7	dw	idem
<i>Hexagenia bilineata</i>	vetgehalte in %			14	dw	(47)
<i>Tachycineta bicolor</i>	vetgehalte in %	tree swallow	ei	11		(5)
<i>Tachycineta bicolor</i>	vetgehalte in %	tree swallow	kuiken	11-13		(5)
<i>Agelaius phoeniceus</i>	vetgehalte in %	rw blackbird	ei	7-9		(5)
<i>Agelaius phoeniceus</i>	vetgehalte in %	rw blackbird	kuiken	5-6		(5)
<i>insekten</i>	calorische waarde kcal/g			4.5	dw	(39)
<i>insekten</i>	calorische waarde kcal/g			1.1	ww	(39)

^a*Pachydiplax longipennis*.

Tabel 10.2 Bioaccumulatie/magnificatie gegevens.

Stof	Lokatie	Soort/orde	Jaar	BMF	eenheid	[bloot]	duur	opmerking	Ref.
Butyltin	Japan	<i>Phalacrocorax carbo</i>	Nov '94	1.1-4.1				aalscholver	(25)
Cd	lab	Gypsy moth	'92	2-4				BAF dieet	(21)
Pb	lab	Gypsy moth	'92	<0.4				BAF dieet	idem
Cu	lab	Gypsy moth	'92	2-5				BAF dieet	idem
Zn	lab	Gypsy moth	'92	0.7-3.5				BAF dieet	idem
Cd	lab	<i>Diptera</i> ^a	'97	0.2	dw/dw		16d		(38)
SeO ₄ ²⁻	lab	mug ^b	'95		dw/dw	2.11 µg/g	2d	algen dieet	(37)
SeO ₃ ²⁻	lab	mug ^b	'95	1.05	dw/dw	2.84 µg/g	2d	algen dieet	idem
SeO ₄ ²⁻	lab	mug ^b	'95	0.47	dw/dw	7.17 µg/g	2d	algen dieet	idem
SeO ₃ ²⁻	lab	mug ^b	'95	0.47	dw/dw	9.47 µg/g	2d	algen dieet	idem
SeO ₄ ²⁻	lab	mug ^b	'95	1.21	dw/dw	2.11 µg/g	4d	algen dieet	idem
SeO ₃ ²⁻	lab	mug ^b	'95	1.42	dw/dw	2.84 µg/g	4d	algen dieet	idem
SeO ₄ ²⁻	lab	mug ^b	'95	0.92	dw/dw	7.17 µg/g	4d	algen dieet	idem
SeO ₃ ²⁻	lab	mug ^b	'95	0.91	dw/dw	9.47 µg/g	4d	algen dieet	idem
Cu	lab	sprinkhaan ^c	'96	0.9	dw/dw	90 µg/g	20d	mais dieet	(17)
Cd	lab	sprinkhaan ^c	'96	0.2	dw/dw	90 µg/g	20d	mais dieet	(17)
DDT		<i>insecta</i>	review	0.46	dw/ww		lang		(29)
Cd		<i>insecta</i>	review	0.85	dw/ww		lang		(29)
Cd	lab	<i>Hymenoptera</i> ^d	'94	0.4	dw/dw	8.4 µg/g	9d	gras	(34)
Cu	lab	<i>Hymenoptera</i> ^d	'94	0.5	dw/dw	23 µg/g	9d	gras	idem
Zn	lab	<i>Hymenoptera</i> ^d	'94	1.4	dw/dw	102 µg/g	9d	gras	idem
SeO ₄ ²⁻	lab	Brine fly ^e	'94	0.6	dw/dw	1000 µg/l	2d	agar	(43)
SeO ₃ ²⁻	lab	Brine fly ^e	'94	12.6	dw/dw	1000 µg/l	2d	agar	idem
SeMet	lab	Brine fly ^e	'94	1380	dw/dw	5 µg/l	2d	agar	idem
SeO ₄ ²⁻	lab	Brine fly ^e	'94	0.2	dw/dw	10000 µg/l	2d	agar	idem
SeO ₃ ²⁻	lab	Brine fly ^e	'94	3.5	dw/dw	10000 µg/l	2d	agar	idem
SeMet	lab	Brine fly ^e	'94	1220	dw/dw	50 µg/l	2d	agar	idem

^a*Chaoborus punctipennis*, ^b*Chironomus decorus* ^c*Locusta migratoria* ^d*Dolerus* sp. ^e*Ephudra cinerea*.

Tabel 10.3 Bioconcentratie gegevens.

Stof	Lok.	Soort	Jaar	BCF	eenheid	duur	[blootst]	opmerkingen	Ref.
HgCl ₂	lab	Ephemeroptera ^a	'92	180				uit verrijkt water	(45)
CH ₃ HgCl	lab	Ephemeroptera ^a	'92	380				uit verrijkt water	idem
HgCl ₂	lab	Ephemeroptera ^a	'92	0.08				uit verrijkt sediment	idem
CH ₃ HgCl	lab	Ephemeroptera ^a	'92	4				uit verrijkt sediment	idem
DDT	?	invertebraten	<'80	ca 5000	whole b			ref 24	(32)
Dieldrin	?	invertebraten	'72	ca 1300	whole b			ref 25	idem
Endrin	?	invertebraten	<'80	ca 3000	whole b			ref 26	idem
chlordan	?	invertebraten	<'80	5200	whole b			ref 27	idem
HCB	?	invertebraten	<'88	13900	whole b			ref 28	idem
PCB	?	invertebraten	<'80	4050	whole b			ref 28 aroclor 1254	idem
PCB	?	invertebraten	<'80	36000	whole b			ref29 aroclor 1242	idem
SeO ₄ ²⁻	lab	midge ^b	'93	2.5	L/kg dw	2d	24 mg/L	afgeleid uit plot	(36)
SeO ₃ ²⁻	lab	midge ^b	'93	2	L/kg dw	2d	25-48 mg/L	afgeleid uit plot	idem
OrgSe	lab	midge ^b	'93	3	L/kg dw	2d	25 mg/L	afgeleid uit plot	idem
PCB*	lab	midge ^c	'94	35900	L/kg	3d	2.5 µg/L		(35)
PCF**	lab	midge ^c	'94	458	L/kg	2d	0.8 µg/L		(35)
PCB47	lab	cricket ^d	'92	1 (rel)		1d	0.1 µg	direct opgebracht	(33)
PCB47	lab	cricket ^d	'92	1.05 (rel)		2d	0.1 µg	direct opgebracht	idem
PCB77	lab	cricket ^d	'92	0.71		1d	0.08 µg	direct opgebracht	idem
PCB77	lab	cricket ^d	'92	0.71		2d	0.08 µg	direct opgebracht	idem

^aHexagenia rigida ^bChironomus decorus ^cChironomus riparius ^dAcheta domesticus * 5,5',6-trichloorbifenyl ** pentachloorfenol.

Tabel 10.4 Biota sediment accumulatie factoren (BSAF) voor insecten en vogels.

Stof	Lokatie	Soort	Jaar	BSAF	eenheid	duur	opmerkingen	Ref.
PCB	USA	invertebrates	'92	11	lipid/toc	eq		(20)
PCB*	USA	invertebrates	'92	0.3	lipid/toc	eq		(20)
HCB	lab	<i>Ephemeroptera</i> ^a	'96	1.14-1.19	lipid/toc	33d		(18)
OCS	lab	<i>Ephemeroptera</i> ^a	'96	2.1-2.2	lipid/toc	33d		idem
Trans	lab	<i>Ephemeroptera</i> ^a	'96	6.7-9.4	lipid/toc	33d		idem
DDE	lab	<i>Ephemeroptera</i> ^a	'96	6.1-6.9	lipid/toc	33d		idem
PCB28	lab	<i>Ephemeroptera</i> ^a	'96	1.8-4.9	lipid/toc	33d		idem
PCB52	lab	<i>Ephemeroptera</i> ^a	'96	4.8-5.1	lipid/toc	33d		idem
PCB99	lab	<i>Ephemeroptera</i> ^a	'96	6.0-6.5	lipid/toc	33d		idem
PCB66	lab	<i>Ephemeroptera</i> ^a	'96	4.1-4.7	lipid/toc	33d		idem
PCB101	lab	<i>Ephemeroptera</i> ^a	'96	5.9-7.4	lipid/toc	33d		idem
PCB87	lab	<i>Ephemeroptera</i> ^a	'96	5.2-6.0	lipid/toc	33d		idem
PCB110	lab	<i>Ephemeroptera</i> ^a	'96	4.5-5.5	lipid/toc	33d		idem
PCB118	lab	<i>Ephemeroptera</i> ^a	'96	5.3-5.6	lipid/toc	33d		idem
PCB138	lab	<i>Ephemeroptera</i> ^a	'96	5.5-7.4	lipid/toc	33d		idem
PCB153	lab	<i>Ephemeroptera</i> ^a	'96	6.5-9.0	lipid/toc	33d		idem
PCB170	lab	<i>Ephemeroptera</i> ^a	'96	5.1-9.2	lipid/toc	33d		idem
PCB180	lab	<i>Ephemeroptera</i> ^a	'96	5.1-8.4	lipid/toc	33d		idem
PCB182	lab	<i>Ephemeroptera</i> ^a	'96	4.8-7.5	lipid/toc	33d		idem
Cd	Mo USA	<i>Trichoptera</i> ^b	'90	0.1-0.2	dw/dw	lang	afgeleid uit plot	(6)
Cu	Mo USA	<i>Trichoptera</i> ^b	'90	0.03	dw/dw	lang	afgeleid uit plot	(6)
Cd	Can	<i>Chironomidae</i>	'95	<0.2	dw/dw	lang	afgeleid	(26)
<i>p,p'</i> -DDE	Can	<i>Tachycineta bicolor</i>	'95	16	ww/ww		tree swallow eieren	(12)
Dieldrin	Can	<i>Tachycineta bicolor</i>	'95	37	ww/ww		tree swallow eieren	idem
Heptachlor epoxide	Can	<i>Tachycineta bicolor</i>	'95	107	ww/ww		tree swallow eieren	idem
Oxychlorane	Can	<i>Tachycineta bicolor</i>	'95	31	ww/ww		tree swallow eieren	idem
Total PCB	Can	<i>Tachycineta bicolor</i>	'95	15	ww/ww		tree swallow eieren	idem
Total Hg	Can	<i>Tachycineta bicolor</i>	'95				tree swallow eieren	idem
<i>p,p'</i> -DDE	Can	<i>Tachycineta bicolor</i>	'95	5	ww/ww		tree swallow jongen	idem
Dieldrin	Can	<i>Tachycineta bicolor</i>	'95	340	ww/ww		tree swallow jongen	idem

Tabel 10.4 vervolg.

Stof	Lokatie	Soort	Jaar	BSAF	eenheid	duur	opmerkingen	Ref.
Heptachlor epoxide	Can	<i>Tachycineta bicolor</i>	'95	650	ww/ww		tree swallow jongen	idem
Oxychlordane	Can	<i>Tachycineta bicolor</i>	'95	68	ww/ww		tree swallow jongen	idem
Total PCB	Can	<i>Tachycineta bicolor</i>	'95	7-9	ww/ww		tree swallow jongen	idem
Total Hg	Can	<i>Tachycineta bicolor</i>	'95				tree swallow jongen	idem
<i>p,p'</i> -DDE	Can	<i>Agelaius phoeniceus</i>	'95	12-580	ww/ww		rw blackbird eieren	idem
Dieldrin	Can	<i>Agelaius phoeniceus</i>	'95	7-450	ww/ww		rw blackbird eieren	idem
Heptachlor epoxide	Can	<i>Agelaius phoeniceus</i>	'95	11-220	ww/ww		rw blackbird eieren	idem
Oxychlordane	Can	<i>Agelaius phoeniceus</i>	'95	18-71	ww/ww		rw blackbird eieren	idem
Total PCB	Can	<i>Agelaius phoeniceus</i>	'95	4-102	ww/ww		rw blackbird eieren	idem
Total PCB	Can	<i>Tachycineta bicolor</i>	'98	8.8	Lw/oc		tree swallow eieren	(20)
Total PCB	Can	<i>Tachycineta bicolor</i>	'98	9.3	Lw/oc		tree swallow jongen	(20)
Cd	USA	<i>Plecoptera</i>	'86	0.4	ww/dw		afgeleid	(14)
Pb	USA	<i>Plecoptera</i>	'86	0.03	ww/dw		afgeleid	idem
Cu	USA	<i>Plecoptera</i>	'86	0.2	ww/dw		afgeleid	idem
Zn	USA	<i>Plecoptera</i>	'86	0.3	ww/dw		afgeleid	idem
Cd	USA	<i>Trichoptera</i>	'86	0.6	ww/dw		afgeleid	idem
Pb	USA	<i>Trichoptera</i>	'86	0.14	ww/dw		afgeleid	idem
Cu	USA	<i>Trichoptera</i>	'86	0.3	ww/dw		afgeleid	idem
Zn	USA	<i>Trichoptera</i>	'86	1.0	ww/dw		afgeleid	idem
Cd	USA	<i>Megaloptera</i>	'86	0.3	ww/dw		afgeleid	idem
Pb	USA	<i>Megaloptera</i>	'86	0.06	ww/dw		afgeleid	idem
Cu	USA	<i>Megaloptera</i>	'86	0.1	ww/dw		afgeleid	idem
Zn	USA	<i>Megaloptera</i>	'86	0.2	ww/dw		afgeleid	idem
Cd	NL	<i>Odonata</i>	'87	0.3	dw/dw		afgeleid	(27)
Pb	NL	<i>Odonata</i>	'87	0.4	dw/dw		afgeleid	idem
Cu	NL	<i>Odonata</i>	'87	2.6	dw/dw		afgeleid	idem
Zn	NL	<i>Odonata</i>	'87	2.3	dw/dw		afgeleid	idem
Cd	NL	<i>Megaloptera</i>	'87	0.2	dw/dw		afgeleid	idem
Pb	NL	<i>Megaloptera</i>	'87	0.02	dw/dw		afgeleid	idem
Cu	NL	<i>Megaloptera</i>	'87	5.9	dw/dw		afgeleid	idem

Tabel 10.4 vervolg.

Stof	Lokatie	Soort	Jaar	BSAF	eenheid	duur	opmerkingen	Ref.
Zn	NL	<i>Megaloptera</i>	'87	4.2	dw/dw		afgeleid	idem
Cd	NL	<i>Trichoptera</i>	'87	0.6	dw/dw		afgeleid	idem
Pb	NL	<i>Trichoptera</i>	'87	0.3	dw/dw		afgeleid	idem
Cu	NL	<i>Trichoptera</i>	'87	7.4	dw/dw		afgeleid	idem
Zn	NL	<i>Trichoptera</i>	'87	4.4	dw/dw		afgeleid	idem
Cd	NL	<i>Coleoptera</i>	'87	0.1	dw/dw		afgeleid	idem
Pb	NL	<i>Coleoptera</i>	'87	0.6	dw/dw		afgeleid	idem
Cu	NL	<i>Coleoptera</i>	'87	1.1	dw/dw		afgeleid	idem
Zn	NL	<i>Coleoptera</i>	'87	0.7	dw/dw		afgeleid	idem
Cd	NL	<i>Hemiptera</i>	'87	0.2	dw/dw		afgeleid	idem
Pb	NL	<i>Hemiptera</i>	'87	0.2	dw/dw		afgeleid	idem
Cu	NL	<i>Hemiptera</i>	'87	2.2	dw/dw		afgeleid	idem
Zn	NL	<i>Hemiptera</i>	'87	0.5	dw/dw		afgeleid	idem
Cd	USA	<i>Plecoptera</i>	'86	0.5	dw/dw		afgeleid	(13)
Pb	USA	<i>Plecoptera</i>	'86	0.03	dw/dw		afgeleid	idem
Cu	USA	<i>Plecoptera</i>	'86	0.7	dw/dw		afgeleid	idem
Zn	USA	<i>Plecoptera</i>	'86	2	dw/dw		afgeleid	idem
Cd	USA	<i>Trichoptera</i>	'86	0.5	dw/dw		afgeleid	idem
Pb	USA	<i>Trichoptera</i>	'86	0.1	dw/dw		afgeleid	idem
Cu	USA	<i>Trichoptera</i>	'86	0.4	dw/dw		afgeleid	idem
Zn	USA	<i>Trichoptera</i>	'86	0.9	dw/dw		afgeleid	idem
Hg	Can	<i>Heteroptera</i>	'93	4.7	dw/dw		afgeleid	(49)
MeHg	Can	<i>Heteroptera</i>	'93	265	dw/dw		afgeleid	idem
Hg	Can	<i>Odonata</i>	'93	2.1	dw/dw		afgeleid	idem
MeHg	Can	<i>Odonata</i>	'93	245	dw/dw		afgeleid	idem
Hg	Can	<i>Coleoptera</i>	'93	2.4	dw/dw		afgeleid	idem
MeHg	Can	<i>Coleoptera</i>	'93	156	dw/dw		afgeleid	idem
Hg	Can	<i>Trichoptera</i>	'93	2.4	dw/dw		afgeleid	idem
MeHg	Can	<i>Trichoptera</i>	'93	73	dw/dw		afgeleid	idem
Hg	Can	<i>Ephemeroptera</i>	'93	2.1	dw/dw		afgeleid	idem
MeHg	Can	<i>Ephemeroptera</i>	'93	103	dw/dw		afgeleid	idem

^aHexagenia limbata ^bHydropsyche spp. *non-ortho- + mono-ortho-PCB's.

Tabel 10.5 Veldconcentraties van een selectie metalen (Cd, Pb, Cu, Zn) in insecten.

Insektenorde	Lok.	Datum	Gehalte in insectenlarven µg/g droog gewicht (*nat gewicht)				Gehalte in sediment (water) µg/g droog gewicht (water: µg/L)				Ref.
			Cd	Pb	Cu	Zn	Cd	Pb	Cu	Zn	
<i>Plecoptera</i>	H08 USA	Jun'86	1.01*	1.59*	3.59*	37.3*	1.2	24.2	17.2	138	(14)
<i>Trichoptera</i>	H08 USA	Jun'86	0.75*	2.95*	3.26*	103*	„	„	„	„	idem
<i>Plecoptera</i>	H08 USA	Okt'86	0.19*	0.68*	2.67*	25.9*	„	„	„	„	idem
<i>Megaloptera</i>	H08 USA	Okt'86	0.49*	1.77*	2.11*	25.3*	„	„	„	„	idem
<i>Plecoptera</i>	H13 USA	Jun'86	0.37*	0.38*	1.90*	30.2*	1.2	23.2	9.5	107	idem
<i>Trichoptera</i>	H13 USA	Jun'86	0.55*	2.92*	2.68*	111*	„	„	„	„	idem
<i>Plecoptera</i>	H13 USA	Okt'86	0.48*	1.49*	1.94*	26.3*	„	„	„	„	idem
<i>Megaloptera</i>	H13 USA	Okt'86	0.52*	2.02*	1.46*	14.9*	„	„	„	„	idem
<i>Plecoptera</i>	H18 USA	Jun'86	0.40*	0.94*	4.53*	45.5*	0.7	22.0	9.2	70.2	idem
<i>Trichoptera</i>	H18 USA	Jun'86	0.64*	3.47*	3.34*	106*	„	„	„	„	idem
<i>Plecoptera</i>	H18 USA	Okt'86	ND	0.75*	1.55*	14.0*	„	„	„	„	idem
<i>Megaloptera</i>	H18 USA	Okt'86	0.08*	0.42*	1.43*	25.2*	„	„	„	„	idem
<i>Plecoptera</i>	H25 USA	Jun'86	0.33*	0.25*	2.6*	48.9*	1.0	39.2	20.5	168	idem
<i>Trichoptera</i>	H25 USA	Jun'86	0.43*	6.03*	4.23*	103*	„	„	„	„	idem
<i>Plecoptera</i>	H25 USA	Okt'86	0.12*	0.25*	2.40*	16.5*	„	„	„	„	idem
<i>Megaloptera</i>	H25 USA	Okt'86	ND	2.50*	1.05*	43.3*	„	„	„	„	idem
<i>Odonata</i> ^a	L1 NL	Dec'87	0.12-0.44	2.2-3.9	24-25	103-107	0.13-1.4	8.7-290	1.9-24	22-96	(27)
<i>Megaloptera</i> ^e	L1 NL	Dec'87	<0.01	0.1	24	127	„	„	„	„	idem
<i>Trichoptera</i> ^f	L1 NL	Dec'87	0.38-1.1	2.2-6.8	18-21	184-304	„	„	„	„	idem
<i>Coleoptera</i> ⁱ	L1 NL	Dec'87	<0.01	1.8	9	56	„	„	„	„	idem
<i>Odonata</i> ^a	L2 NL	Dec'87	0.04-0.26	1.2-5.1	12-13	98-106	0.06-0.5	2.5-11	1.7-3.8	12-28	idem
<i>Hemiptera</i> ^b	L2 NL	Dec'87	0.07-0.10	1.9-2.1	0-11	111-112	„	„	„	„	idem
<i>Megaloptera</i> ^e	L2 NL	Dec'87	0.1	0.3	28	125	„	„	„	„	idem
<i>Trichoptera</i> ^f	L2 NL	Dec'87	0.14-0.26	3.7-3.8	11-19	200-402	„	„	„	„	idem
<i>Trichoptera</i> ^g	L2 NL	Dec'87	0.01-0.08	1.2-1.3	9-12	112-121	„	„	„	„	idem
<i>Trichoptera</i> ^h	L2 NL	Dec'87	0.17	2.6	20	94	„	„	„	„	idem
<i>Odonata</i> ^a	D NL	Dec'87	1.7	15	29	163	24-31	18-29	14-23	407-1037	idem
<i>Hemiptera</i> ^c	D NL	Dec'87	0.73	2.7	47	303	„	„	„	„	idem
<i>Ephemeroptera</i> ^d	D NL	Dec'87	4.4	49	26	317	„	„	„	„	idem
<i>Coleoptera</i> ^j	D NL	Dec'87	0.83-5.4	5.5-51	22-32	162-426	„	„	„	„	idem
<i>Trichoptera</i> ^k	0-60 USA	'86-90	2.8±0.6	12.8±1.5	204±18	270±36	6.6±1.5	125±40	779±228	1073±337	(13)

Tabel 10.5 Vervolg.

Insectenorde	Lok.	Datum	Gehalte in insectenlarven µg/g droog gewicht (*nat gewicht)				Gehalte in sediment (water) µg/g droog gewicht (water: µg/L)				Ref.
			Cd	Pb	Cu	Zn	Cd	Pb	Cu	Zn	
<i>Plecoptera</i> ^p	0-60 USA	'86-90	1.8±0.2	2.6±1.5	84±8	328±8	„	„	„	„	idem
<i>Plecoptera</i> ^m	106-164 USA	'86-90	1.0±0.1	7.4±1.3	115±6	253±9	„	„	„	„	idem
<i>Plecoptera</i> ⁿ	106-164 USA	'86-90	1.4±0.1	0.4±0.1	68±0.3	238±14	„	„	„	„	idem
<i>Plecoptera</i> ^o	106-164 USA	'86-90	1.0	1.0	46	387	„	„	„	„	idem
<i>Plecoptera</i> ⁿ	183-191 USA	'86-90	0.6±0.03	0.4±0.2	51±3	200±5	„	„	„	„	idem
<i>Trichoptera</i> ^k	Ref USA	'86-90	0.2	1.8±2.2	18±4	112±2	<0.3	11±1	18±5	54±1	idem
<i>Trichoptera</i> ^k	106-164 USA	'86-90	2.2±0.6	8.1±1.3	72±8	233±20	3.5±0.9	90±22	408±103	894±179	idem
<i>Trichoptera</i> ^l	106-164 USA	'86-90	1.4±0.3	4.1±0.4	33±4	191±9	„	„	„	„	idem
<i>Plecoptera</i> ^p	106-164 USA	'86-90	1.4±0.3	1.2±0.4	68±4	357±10	„	„	„	„	idem
<i>Trichoptera</i> ^k	183-191 USA	'86-90	0.7±0.2	3.1±0.9	27±5	122±22	1.6±0.3	40±3	129±53	354±73	idem
<i>Trichoptera</i> ^l	183-191 USA	'86-90	0.6±0.1	2.1±0.3	20±2	134±1	„	„	„	„	idem
<i>Trichoptera</i> ^l	Ref USA	'86-90	0.2±0.1	1.2±1.1	11±2	136±8	„	„	„	„	idem
<i>Plecoptera</i> ^m	Ref USA	'86-90	0.1±0.1	0.6±0.4	32±3	183±20	„	„	„	„	idem
<i>Plecoptera</i> ⁿ	Ref USA	'86-90	0.1	<0.1	34±11	177±19	„	„	„	„	idem
<i>Plecoptera</i> ^o	Ref USA	'86-90	0.2±0.1	<0.2	28±3	311±42	„	„	„	„	idem
<i>Plecoptera</i> ^p	Ref USA	'86-90	<0.4	<0.4	16	288	„	„	„	„	idem
<i>Trichoptera</i> ^q	SF	'91	?	?	9.4-10.8	16.0-18.8	(<0.1-0.1)	„	(3-5)	(23-55)	(50)
<i>Trichoptera</i> ^q	SF	'92	?	?	?	?	(<0.1-0.1)	„	(1.7-7.7)	(17-51)	(50)
<i>Ephemeroptera</i>	BC USA	'90	0.44-0.48	„	17-19	130	0.01-0.02	„	7.8-11	21-35	(44)
<i>Ephemeroptera</i>	CC USA	'90	2.8-3.1	„	28-29	230-260	0.04-0.11	„	13-15	30-41	idem
<i>Ephemeroptera</i>	SRLR USA	'90	21	„	73-79	1300	0.82-1.9	„	85-300	270-471	idem
<i>Ephemeroptera</i>	SRJF USA	'90	23	„	47-48	1600-1700	0.53-0.67	„	26-36	140-200	idem
<i>Chironomidae</i>	BC USA	'90	0.14-0.27	„	16-18	65-79	(<0.14)	„	(<0.98)	(2.0-13)	idem
<i>Chironomidae</i>	CC USA	'90	0.72-0.78	„	28-32	81-86	(<0.14)	„	(0-1.4)	(1.9-13)	idem
<i>Chironomidae</i>	SRLR USA	'90	14-16	„	190-200	400-460	(0-0.80)	„	(1.5-5.0)	(7.2-220)	idem
<i>Chironomidae</i>	SRJF USA	'90	6.1-12	„	120-160	490-520	(0-0.41)	„	(1.2-4.8)	(8.4-75)	idem
verzamelmonster ^r	MD USA	'86	<dl	<dl	9-22	63-130	„	(2-19)	(13-17)	(71-170)	(3)
verzamelmonster ^r	MD USA	'86	<dl	<dl	9-22	58-130	„	(2-130)	(11-26)	(24-197)	(3)
verzamelmonster ^s	MD USA	'87	<dl	<dl	16-39	88-190	„	(?)	(?)	(?)	(4)
verzamelmonster ^r	Maine USA	'87	<dl	<dl	11-22	92-185	„	(?)	(?)	(?)	(4)

^a*Ischnura elegans*; ^b*Micronecta minutissima*; ^c*Sigara striata*; ^d*Cloeon dipterum*; ^e*Sialis lutaria*; ^f*Limnephilus marmoratus*; ^g*Holocentropus picicornis*; ^h*Mystacides* sp.; ⁱ*Gyrinus marinus*; ^j*Ilybius fuliginosis*; ^k*Hydropsyche* spp.; ^l*Artopsyche grande*; ^m*Pteronarcys californica*; ⁿ*Claassenia sabulosa*; ^o*Hesperoperla pacifica*; ^p*Isogenoides* sp.; ^q*Hydropsyche pellucidula*; ^rOdonata, Coleoptera, Diptera, Ephemeroptera, Hemiptera, Megaloptera; ^sOdonata, Coleoptera, Diptera

Tabel 10.6 Gehalten van diverse componenten in insecten.

Insectenorde	Lokatie	Datum	Gehalte in insecten		Gehalte in sediment (water)		Ref.
			µg/g droog gewicht stof	gehalte	µg/g droog gewicht (water: µg/l) gehalte	opmerking	
<i>Ephemeroptera</i> ^a	USA	?	Cd	0-0.2			(48)
<i>Ephemeroptera</i> ^a	USA	?	Hg	0.05-0.1			Idem
<i>Ephemeroptera</i> ^a	USA	?	PCB	0.25-4			Idem
<i>Invertebraten</i>	USA	<'80	DDT	0.3			(32)
<i>Invertebraten</i>	USA	<'80	PCB	0.4			(32)
<i>Heteroptera</i>	L. Duncan Can	'92-94	Hg	0.21	0.052-0.059	%Csed: 3-4	(49)
<i>Heteroptera</i>	L. Duncan Can	'92-94	MeHg	0.13	<0.0006	%Csed: 3-4	idem
<i>Heteroptera</i>	L. Det. Can	'92-94	Hg	0.14	0.088-0.102	%Csed: 8-9	idem
<i>Heteroptera</i>	L. Det. Can	'92-94	MeHg	0.10	<0.0004	%Csed: 8-9	idem
<i>Heteroptera</i>	L. D.Voeux Can	'92-94	Hg	0.16	0.075-0.088	%Csed: 8-9	idem
<i>Heteroptera</i>	L. D.Voeux Can	'92-94	MeHg	0.12	<0.0012	%Csed: 8-9	idem
<i>Heteroptera</i>	L136 Can	'92-94	Hg	0.2	0.053-0.077	%Csed: 6-10	idem
<i>Heteroptera</i>	L136 Can	'92-94	MeHg	0.18	<0.0016	%Csed: 6-10	idem
<i>Heteroptera</i>	L150 Can	'92-94	Hg	0.35	0.04-0.059	%Csed: 3-6	idem
<i>Heteroptera</i>	L150 Can	'92-94	MeHg	0.28	<0.0007	%Csed: 3-6	idem
<i>Heteroptera</i>	L154 Can	'92-94	Hg	0.65	0.086-0.106	%Csed: 8-10	idem
<i>Heteroptera</i>	L154 Can	'92-94	MeHg	0.45	<0.0004	%Csed: 8-10	idem
<i>Heteroptera</i>	stn17 Can	'92-94	Hg	0.5	0.104-0.121	%Csed: 31-34	idem
<i>Heteroptera</i>	stn17 Can	'92-94	MeHg	0.46	0.010-0.016	%Csed: 31-34	idem
<i>Heteroptera</i>	stn19 Can	'92-94	Hg	0.7	0.122-0.131	%Csed: 40-42	idem
<i>Heteroptera</i>	stn19 Can	'92-94	MeHg	0.62	<0.0009	%Csed: 40-42	idem
<i>Heteroptera</i>	stn23 Can	'92-94	Hg	0.74	0.138-0.169	%Csed: 38-42	idem
<i>Heteroptera</i>	stn23 Can	'92-94	MeHg	0.58	<0.0019	%Csed: 38-42	idem
<i>Heteroptera</i>	stn38 Can	'92-94	Hg	0.5	0.105-0.116	%Csed: 35-39	idem
<i>Heteroptera</i>	stn38 Can	'92-94	MeHg	0.42	0.013-0.018	%Csed: 35-39	idem
<i>Heteroptera</i>	stn101 Can	'92-94	Hg	0.89	0.126-0.138	%Csed: 28-40	idem
<i>Heteroptera</i>	stn101 Can	'92-94	MeHg	0.63	0.033-0.036	%Csed: 28-40	idem
<i>Heteroptera</i>	stn112 Can	'92-94	Hg	0.35	0.122-0.141	%Csed: 38-43	idem

Tabel 10.6 Vervolg

Insectenorde	Lokatie	Datum	Gehalte in insecten		Gehalte in sediment (water)		Ref.
			µg/g droog gewicht stof	gehalte	µg/g droog gewicht (water: µg/l) gehalte	opmerking	
<i>Heteroptera</i>	stn112 Can	'92-94	MeHg	0.25	0.003-0.010	%Csed: 38-43	idem
<i>Heteroptera</i>	stn4 Can	'92-94	Hg	0.62	0.068-0.098	%Csed: 43-45	idem
<i>Heteroptera</i>	stn4 Can	'92-94	MeHg	0.5	<0.001	%Csed: 43-45	idem
<i>Heteroptera</i>	stn8 Can	'92-94	Hg	0.64	0.186-0.229	%Csed: 42-45	idem
<i>Heteroptera</i>	stn8 Can	'92-94	MeHg	0.42	0.001-0.004	%Csed: 42-45	idem
<i>Heteroptera</i>	stn133 Can	'92-94	Hg	0.38	0.047-0.086	%Csed: 47-49	idem
<i>Heteroptera</i>	stn133 Can	'92-94	MeHg	0.36	<0.002	%Csed: 47-49	idem
<i>Heteroptera</i>	stn134 Can	'92-94	Hg	0.49	0.093-0.117	%Csed: 44-46	idem
<i>Heteroptera</i>	stn134 Can	'92-94	MeHg	0.38	0.003-0.005	%Csed: 44-46	idem
<i>Odonata</i>	L. Duncan Can	'92-94	Hg	0.1	0.052-0.059	%Csed: 3-4	idem
<i>Odonata</i>	L. Duncan Can	'92-94	MeHg	0.12	<0.0006	%Csed: 3-4	idem
<i>Odonata</i>	L. Det. Can	'92-94	Hg	0.08	0.088-0.102	%Csed: 8-9	idem
<i>Odonata</i>	L. Det. Can	'92-94	MeHg	0.18	<0.0004	%Csed: 8-9	idem
<i>Odonata</i>	L. D.Voeux Can	'92-94	Hg	0.14	0.075-0.088	%Csed: 8-9	idem
<i>Odonata</i>	L. D.Voeux Can	'92-94	MeHg	0.16	<0.0012	%Csed: 8-9	idem
<i>Odonata</i>	L136 Can	'92-94	Hg		0.053-0.077	%Csed: 6-10	idem
<i>Odonata</i>	L136 Can	'92-94	MeHg		<0.0016	%Csed: 6-10	idem
<i>Odonata</i>	L150 Can	'92-94	Hg		0.04-0.059	%Csed: 3-6	idem
<i>Odonata</i>	L150 Can	'92-94	MeHg		<0.0007	%Csed: 3-6	idem
<i>Odonata</i>	L154 Can	'92-94	Hg	0.22	0.086-0.106	%Csed: 8-10	idem
<i>Odonata</i>	L154 Can	'92-94	MeHg	0.32	<0.0004	%Csed: 8-10	idem
<i>Odonata</i>	stn17 Can	'92-94	Hg	0.40	0.104-0.121	%Csed: 31-34	idem
<i>Odonata</i>	stn17 Can	'92-94	MeHg	0.41	0.010-0.016	%Csed: 31-34	idem
<i>Odonata</i>	stn19 Can	'92-94	Hg	0.30	0.122-0.131	%Csed: 40-42	idem
<i>Odonata</i>	stn19 Can	'92-94	MeHg	0.36	<0.0009	%Csed: 40-42	idem
<i>Odonata</i>	stn23 Can	'92-94	Hg	0.23	0.138-0.169	%Csed: 38-42	idem
<i>Odonata</i>	stn23 Can	'92-94	MeHg	0.35	<0.0019	%Csed: 38-42	idem
<i>Odonata</i>	stn38 Can	'92-94	Hg		0.105-0.116	%Csed: 35-39	idem
<i>Odonata</i>	stn38 Can	'92-94	MeHg		0.013-0.018	%Csed: 35-39	idem
<i>Odonata</i>	stn101 Can	'92-94	Hg	0.22	0.126-0.138	%Csed: 28-40	idem

Tabel 10.6 Vervolg.

Insektenorde	Lokatie	Datum	Gehalte in insecten		Gehalte in sediment (water)		Ref.
			µg/g droog gewicht stof	gehalte	µg/g droog gewicht (water: µg/l) gehalte	opmerking	
<i>Odonata</i>	stn101 Can	'92-94	MeHg	0.41	0.033-0.036	%Csed: 28-40	idem
<i>Odonata</i>	stn112 Can	'92-94	Hg		0.122-0.141	%Csed: 38-43	idem
<i>Odonata</i>	stn112 Can	'92-94	MeHg		0.003-0.010	%Csed: 38-43	idem
<i>Odonata</i>	stn4 Can	'92-94	Hg	0.25	0.068-0.098	%Csed: 43-45	idem
<i>Odonata</i>	stn4 Can	'92-94	MeHg	0.40	<0.001	%Csed: 43-45	idem
<i>Odonata</i>	stn8 Can	'92-94	Hg	0.28	0.186-0.229	%Csed: 42-45	idem
<i>Odonata</i>	stn8 Can	'92-94	MeHg	0.32	0.001-0.004	%Csed: 42-45	idem
<i>Odonata</i>	stn133 Can	'92-94	Hg	0.18	0.047-0.086	%Csed: 47-49	idem
<i>Odonata</i>	stn133 Can	'92-94	MeHg	0.22	<0.002	%Csed: 47-49	idem
<i>Odonata</i>	stn134 Can	'92-94	Hg	0.12	0.093-0.117	%Csed: 44-46	idem
<i>Odonata</i>	stn134 Can	'92-94	MeHg	0.23	0.003-0.005	%Csed: 44-46	idem
<i>Coleoptera</i>	L. Duncan Can	'92-94	Hg	0.08	0.052-0.059	%Csed: 3-4	idem
<i>Coleoptera</i>	L. Duncan Can	'92-94	MeHg	0.06	<0.0006	%Csed: 3-4	idem
<i>Coleoptera</i>	L. Det. Can	'92-94	Hg	0.06	0.088-0.102	%Csed: 8-9	idem
<i>Coleoptera</i>	L. Det. Can	'92-94	MeHg	0.04	<0.0004	%Csed: 8-9	idem
<i>Coleoptera</i>	L. D.Voeux Can	'92-94	Hg		0.075-0.088	%Csed: 8-9	idem
<i>Coleoptera</i>	L. D.Voeux Can	'92-94	MeHg		<0.0012	%Csed: 8-9	idem
<i>Coleoptera</i>	L136 Can	'92-94	Hg	0.12	0.053-0.077	%Csed: 6-10	idem
<i>Coleoptera</i>	L136 Can	'92-94	MeHg	0.08	<0.0016	%Csed: 6-10	idem
<i>Coleoptera</i>	L150 Can	'92-94	Hg		0.04-0.059	%Csed: 3-6	idem
<i>Coleoptera</i>	L150 Can	'92-94	MeHg		<0.0007	%Csed: 3-6	idem
<i>Coleoptera</i>	L154 Can	'92-94	Hg	0.25	0.086-0.106	%Csed: 8-10	idem
<i>Coleoptera</i>	L154 Can	'92-94	MeHg	0.28	<0.0004	%Csed: 8-10	idem
<i>Coleoptera</i>	stn17 Can	'92-94	Hg		0.104-0.121	%Csed: 31-34	idem
<i>Coleoptera</i>	stn17 Can	'92-94	MeHg		0.010-0.016	%Csed: 31-34	idem
<i>Coleoptera</i>	stn19 Can	'92-94	Hg	0.30	0.122-0.131	%Csed: 40-42	idem
<i>Coleoptera</i>	stn19 Can	'92-94	MeHg	0.26	<0.0009	%Csed: 40-42	idem
<i>Coleoptera</i>	stn23 Can	'92-94	Hg	0.29	0.138-0.169	%Csed: 38-42	idem
<i>Coleoptera</i>	stn23 Can	'92-94	MeHg	0.25	<0.0019	%Csed: 38-42	idem
<i>Coleoptera</i>	stn38 Can	'92-94	Hg	0.62	0.105-0.116	%Csed: 35-39	idem

Tabel 10.6 Vervolg.

Insectenorde	Lokatie	Datum	Gehalte in insecten		Gehalte in sediment (water)		Ref.
			µg/g droog gewicht stof	gehalte	µg/g droog gewicht (water: µg/l) gehalte	opmerking	
<i>Coleoptera</i>	stn38 Can	'92-94	MeHg	0.45	0.013-0.018	%Csed: 35-39	idem
<i>Coleoptera</i>	stn101 Can	'92-94	Hg	0.26	0.126-0.138	%Csed: 28-40	idem
<i>Coleoptera</i>	stn101 Can	'92-94	MeHg	0.25	0.033-0.036	%Csed: 28-40	idem
<i>Coleoptera</i>	stn112 Can	'92-94	Hg		0.122-0.141	%Csed: 38-43	idem
<i>Coleoptera</i>	stn112 Can	'92-94	MeHg		0.003-0.010	%Csed: 38-43	idem
<i>Coleoptera</i>	stn4 Can	'92-94	Hg	0.30	0.068-0.098	%Csed: 43-45	idem
<i>Coleoptera</i>	stn4 Can	'92-94	MeHg	0.27	<0.001	%Csed: 43-45	idem
<i>Coleoptera</i>	stn8 Can	'92-94	Hg	0.19	0.186-0.229	%Csed: 42-45	idem
<i>Coleoptera</i>	stn8 Can	'92-94	MeHg	0.16	0.001-0.004	%Csed: 42-45	idem
<i>Coleoptera</i>	stn133 Can	'92-94	Hg	0.20	0.047-0.086	%Csed: 47-49	idem
<i>Coleoptera</i>	stn133 Can	'92-94	MeHg	0.17	<0.002	%Csed: 47-49	idem
<i>Coleoptera</i>	stn134 Can	'92-94	Hg	0.25	0.093-0.117	%Csed: 44-46	idem
<i>Coleoptera</i>	stn134 Can	'92-94	MeHg	0.20	0.003-0.005	%Csed: 44-46	idem
<i>Trichoptera</i>	L. Duncan Can	'92-94	Hg	0.12	0.052-0.059	%Csed: 3-4	idem
<i>Trichoptera</i>	L. Duncan Can	'92-94	MeHg	0.05	<0.0006	%Csed: 3-4	idem
<i>Trichoptera</i>	L. Det. Can	'92-94	Hg	0.08	0.088-0.102	%Csed: 8-9	idem
<i>Trichoptera</i>	L. Det. Can	'92-94	MeHg	0.03	<0.0004	%Csed: 8-9	idem
<i>Trichoptera</i>	L. D.Voeux Can	'92-94	Hg	0.18	0.075-0.088	%Csed: 8-9	idem
<i>Trichoptera</i>	L. D.Voeux Can	'92-94	MeHg	0.04	<0.0012	%Csed: 8-9	idem
<i>Trichoptera</i>	L136 Can	'92-94	Hg	0.17	0.053-0.077	%Csed: 6-10	idem
<i>Trichoptera</i>	L136 Can	'92-94	MeHg	0.08	<0.0016	%Csed: 6-10	idem
<i>Trichoptera</i>	L150 Can	'92-94	Hg	0.18	0.04-0.059	%Csed: 3-6	idem
<i>Trichoptera</i>	L150 Can	'92-94	MeHg	0.04	<0.0007	%Csed: 3-6	idem
<i>Trichoptera</i>	L154 Can	'92-94	Hg	0.26	0.086-0.106	%Csed: 8-10	idem
<i>Trichoptera</i>	L154 Can	'92-94	MeHg	0.08	<0.0004	%Csed: 8-10	idem
<i>Trichoptera</i>	stn17 Can	'92-94	Hg	0.20	0.104-0.121	%Csed: 31-34	idem
<i>Trichoptera</i>	stn17 Can	'92-94	MeHg	0.12	0.010-0.016	%Csed: 31-34	idem
<i>Trichoptera</i>	stn19 Can	'92-94	Hg	0.26	0.122-0.131	%Csed: 40-42	idem

Tabel 10.6 Vervolg.

Insektenorde	Lokatie	Datum	Gehalte in insecten		Gehalte in sediment (water)		Ref.
			µg/g droog gewicht stof	gehalte	µg/g droog gewicht (water: µg/l) gehalte	opmerking	
<i>Trichoptera</i>	stn19 Can	'92-94	MeHg	0.14	<0.0009	%Csed: 40-42	idem
<i>Trichoptera</i>	stn23 Can	'92-94	Hg	0.40	0.138-0.169	%Csed: 38-42	idem
<i>Trichoptera</i>	stn23 Can	'92-94	MeHg	0.24	<0.0019	%Csed: 38-42	idem
<i>Trichoptera</i>	stn38 Can	'92-94	Hg	0.30	0.105-0.116	%Csed: 35-39	idem
<i>Trichoptera</i>	stn38 Can	'92-94	MeHg	0.08	0.013-0.018	%Csed: 35-39	idem
<i>Trichoptera</i>	stn101 Can	'92-94	Hg	0.42	0.126-0.138	%Csed: 28-40	idem
<i>Trichoptera</i>	stn101 Can	'92-94	MeHg	0.22	0.033-0.036	%Csed: 28-40	idem
<i>Trichoptera</i>	stn112 Can	'92-94	Hg	0.26	0.122-0.141	%Csed: 38-43	idem
<i>Trichoptera</i>	stn112 Can	'92-94	MeHg	0.12	0.003-0.010	%Csed: 38-43	idem
<i>Trichoptera</i>	stn4 Can	'92-94	Hg	0.24	0.068-0.098	%Csed: 43-45	idem
<i>Trichoptera</i>	stn4 Can	'92-94	MeHg	0.15	<0.001	%Csed: 43-45	idem
<i>Trichoptera</i>	stn8 Can	'92-94	Hg	0.30	0.186-0.229	%Csed: 42-45	idem
<i>Trichoptera</i>	stn8 Can	'92-94	MeHg	0.16	0.001-0.004	%Csed: 42-45	idem
<i>Trichoptera</i>	stn133 Can	'92-94	Hg	0.14	0.047-0.086	%Csed: 47-49	idem
<i>Trichoptera</i>	stn133 Can	'92-94	MeHg		<0.002	%Csed: 47-49	idem
<i>Trichoptera</i>	stn134 Can	'92-94	Hg		0.093-0.117	%Csed: 44-46	idem
<i>Trichoptera</i>	stn134 Can	'92-94	MeHg		0.003-0.005	%Csed: 44-46	idem
<i>Ephemeroptera</i>	L. Duncan Can	'92-94	Hg	0.12	0.052-0.059	%Csed: 3-4	idem
<i>Ephemeroptera</i>	L. Duncan Can	'92-94	MeHg	0.05	<0.0006	%Csed: 3-4	idem
<i>Ephemeroptera</i>	L. Det. Can	'92-94	Hg	0.08	0.088-0.102	%Csed: 8-9	idem
<i>Ephemeroptera</i>	L. Det. Can	'92-94	MeHg	0.03	<0.0004	%Csed: 8-9	idem
<i>Ephemeroptera</i>	L. D.Voeux Can	'92-94	Hg	0.08	0.075-0.088	%Csed: 8-9	idem
<i>Ephemeroptera</i>	L. D.Voeux Can	'92-94	MeHg	0.06	<0.0012	%Csed: 8-9	idem
<i>Ephemeroptera</i>	L136 Can	'92-94	Hg		0.053-0.077	%Csed: 6-10	idem
<i>Ephemeroptera</i>	L136 Can	'92-94	MeHg		<0.0016	%Csed: 6-10	idem
<i>Ephemeroptera</i>	L150 Can	'92-94	Hg		0.04-0.059	%Csed: 3-6	idem
<i>Ephemeroptera</i>	L150 Can	'92-94	MeHg		<0.0007	%Csed: 3-6	idem
<i>Ephemeroptera</i>	L154 Can	'92-94	Hg	0.22	0.086-0.106	%Csed: 8-10	idem
<i>Ephemeroptera</i>	L154 Can	'92-94	MeHg	0.18	<0.0004	%Csed: 8-10	idem
<i>Ephemeroptera</i>	stn17 Can	'92-94	Hg	0.24	0.104-0.121	%Csed: 31-34	idem

Tabel 10.6 Vervolg.

Insectenorde	Lokatie	Datum	Gehalte in insecten		Gehalte in sediment (water)		Ref.
			µg/g droog gewicht stof	gehalte	µg/g droog gewicht (water: µg/l) gehalte	opmerking	
<i>Ephemeroptera</i>	stn17 Can	'92-94	MeHg	0.10	0.010-0.016	%Csed: 31-34	idem
<i>Ephemeroptera</i>	stn19 Can	'92-94	Hg	0.20	0.122-0.131	%Csed: 40-42	idem
<i>Ephemeroptera</i>	stn19 Can	'92-94	MeHg	0.12	<0.0009	%Csed: 40-42	idem
<i>Ephemeroptera</i>	stn23 Can	'92-94	Hg	0.24	0.138-0.169	%Csed: 38-42	idem
<i>Ephemeroptera</i>	stn23 Can	'92-94	MeHg	0.17	<0.0019	%Csed: 38-42	idem
<i>Ephemeroptera</i>	stn38 Can	'92-94	Hg	0.10	0.105-0.116	%Csed: 35-39	idem
<i>Ephemeroptera</i>	stn38 Can	'92-94	MeHg	0.08	0.013-0.018	%Csed: 35-39	idem
<i>Ephemeroptera</i>	stn101 Can	'92-94	Hg	0.36	0.126-0.138	%Csed: 28-40	idem
<i>Ephemeroptera</i>	stn101 Can	'92-94	MeHg	0.14	0.033-0.036	%Csed: 28-40	idem
<i>Ephemeroptera</i>	stn112 Can	'92-94	Hg	0.20	0.122-0.141	%Csed: 38-43	idem
<i>Ephemeroptera</i>	stn112 Can	'92-94	MeHg	0.15	0.003-0.010	%Csed: 38-43	idem
<i>Ephemeroptera</i>	stn4 Can	'92-94	Hg	0.60	0.068-0.098	%Csed: 43-45	idem
<i>Ephemeroptera</i>	stn4 Can	'92-94	MeHg	0.34	<0.001	%Csed: 43-45	idem
<i>Ephemeroptera</i>	stn8 Can	'92-94	Hg	0.23	0.186-0.229	%Csed: 42-45	idem
<i>Ephemeroptera</i>	stn8 Can	'92-94	MeHg	0.12	0.001-0.004	%Csed: 42-45	idem
<i>Ephemeroptera</i>	stn133 Can	'92-94	Hg		0.047-0.086	%Csed: 47-49	idem
<i>Ephemeroptera</i>	stn133 Can	'92-94	MeHg		<0.002	%Csed: 47-49	idem
<i>Ephemeroptera</i>	stn134 Can	'92-94	Hg	0.20	0.093-0.117	%Csed: 44-46	idem
<i>Ephemeroptera</i>	stn134 Can	'92-94	MeHg	0.10	0.003-0.005	%Csed: 44-46	idem
verzamelmonster ^b	MD USA	'86	Hg	0-0.4	(nd)	pH 5	(3)
verzamelmonster ^b	MD USA	'86	Hg	0-0.9	(nd)	pH 6.5	(3)
verzamelmonster ^c	MD USA	'87	Hg	0.1-0.8	(nd)	pH 5.7	(4)
verzamelmonster ^b	Maine USA	'87	Hg	0.2-0.6	(nd)	pH 5.8	(4)
<i>Chironomidae</i> ^d	Can	'95	Cd	0.3-5	1-300		(26)
<i>Chironomidae</i> ^e	Can	'95	Cd	1-65	1-300		(26)
<i>Chironomidae</i> ^f	Can	'95	Cd	0.2-50	1-300		(26)
verzamelmonster ^g	Can	'91	TCDD	0.6-2.6	0.2-0.5	pg/g	(42)
verzamelmonster ^g	Can	'91	TCDF	3.2-21	2.1-4.1	pg/g	idem
verzamelmonster ^g	Can	'91	EOX	1-3.8	0.6-3.3		idem

Tabel 10.6 Vervolg.

Insektenorde	Lokatie	Datum	Gehalte in insecten		Gehalte in sediment (water)		Ref.
			µg/g droog gewicht stof	gehalte	µg/g droog gewicht (water: µg/l) gehalte	opmerking	
<i>Hydropsychidae</i>	Niagara riv. CAN	'88	PCB total	0.26-0.37	vervuild		(31)
<i>Hydropsychidae</i>	Detroit riv. CAN	'88	PCB total	0.24-0.82	vervuild		idem
<i>Hydropsychidae</i>	St.Clair riv. CAN	'88	PCB total	0.25-0.29	vervuild		idem
<i>Hydropsychidae</i>	Niagara riv. CAN	'88	QCB	0.9-1.2	vervuild	ng/g	idem
<i>Hydropsychidae</i>	Detroit riv. CAN	'88	QCB	1.5-2.8	vervuild	ng/g	idem
<i>Hydropsychidae</i>	St.Clair riv. CAN	'88	QCB	1.9-2.6	vervuild	ng/g	idem
<i>Hydropsychidae</i>	Niagara riv. CAN	'88	HCB	6.8-7.8	vervuild	ng/g	idem
<i>Hydropsychidae</i>	Detroit riv. CAN	'88	HCB	9.3-21.4	vervuild	ng/g	idem
<i>Hydropsychidae</i>	St.Clair riv. CAN	'88	HCB	21-32	vervuild	ng/g	idem
<i>Hydropsychidae</i>	Niagara riv. CAN	'88	Diendrin	0.08-0.09	vervuild		idem
<i>Hydropsychidae</i>	Detroit riv. CAN	'88	Diendrin	0.04-0.05	vervuild		idem
<i>Hydropsychidae</i>	St.Clair riv. CAN	'88	Diendrin	0.04-0.07	vervuild		idem
<i>Hydropsychidae</i>	Niagara riv. CAN	'88	p,p'-DDE	0.03-0.08	vervuild		idem
<i>Hydropsychidae</i>	Detroit riv. CAN	'88	p,p'-DDE	0.04-0.12	vervuild		idem
<i>Hydropsychidae</i>	St.Clair riv. CAN	'88	p,p'-DDE	0.03-0.04	vervuild		idem
<i>Hydropsychidae</i>	Niagara riv. CAN	'88	p,p'-DDT	4-21	vervuild	ng/g	idem
<i>Hydropsychidae</i>	Detroit riv. CAN	'88	p,p'-DDT	2-37	vervuild	ng/g	idem
<i>Hydropsychidae</i>	St.Clair riv. CAN	'88	p,p'-DDT	8-16	vervuild	ng/g	idem
<i>Hydropsychidae</i>	Niagara riv. CAN	'88	a-BHC		vervuild	ng/g	idem
<i>Hydropsychidae</i>	Detroit riv. CAN	'88	a-BHC		vervuild	ng/g	idem
<i>Hydropsychidae</i>	St.Clair riv. CAN	'88	a-BHC		vervuild	ng/g	idem
<i>Hydropsychidae</i>	Niagara riv. CAN	'88	y-BHC		vervuild	ng/g	idem
<i>Hydropsychidae</i>	Detroit riv. CAN	'88	y-BHC		vervuild	ng/g	idem
<i>Hydropsychidae</i>	St.Clair riv. CAN	'88	y-BHC		vervuild	ng/g	idem

^a*Hexagenia bilineata* ^bOdonata, Coleoptera, Diptera, Ephemeroptera, Hemiptera, Megaloptera ^cOdonata, Coleoptera, Diptera

^d*Procladius* sp. ^e*Sergentia coracina* ^f*Chironomus* sp. ^gChironomidae, Ephemeroptera, Trichoptera, Plecoptera.

Tabel 10.7 Soort- of taxonnamen en engelse vertaling.

<i>Latijnse naam</i>	<i>engelse naam</i>	<i>Latijnse naam</i>	<i>engelse naam</i>
<i>Acheter domesticus</i>	house cricket	<i>Lestes congener</i>	damselfly
<i>Acroneuria</i>	stonefly	<i>Macromia sp.</i>	dragonfly
<i>Acroneuria pacifica</i>	stonefly	<i>Musca domestica</i>	housefly
<i>Aedes sp.</i>	mosquito fly	<i>Ophiogomphus sp.</i>	aquatic invertebrate
<i>Anopheles sp.</i>	mosquito fly	<i>Periplaneta americana</i>	common cockroach
<i>Apis mellifera</i>	honey bee	<i>Pteronarcella badia</i>	stonefly
<i>Apis sp.</i>	honey bee	<i>Pteronarcella sp.</i>	Stonefly
<i>Asellus aquaticus</i>	sowbug	<i>Pteronarcys californica</i>	stonefly
<i>Asellus brevicaudus</i>	sowbug	<i>Pteronarcys dorsata</i>	stonefly
<i>Asellus sp.</i>	Sowbug	<i>Pteronarcys sp.</i>	Stonefly
<i>Baetis</i>	mayfly	<i>Pycnopsycha sp.</i>	aquatic insect
<i>Biston betularia</i>	peppered moth	<i>Sarotheredon aureus</i>	cichlid
<i>Cemiscus nitilus</i>	roach	<i>Sarotheredon galilaeus</i>	cichlid
<i>Chaoborus</i>	phantom midge	<i>Sarotheredon mossambicus</i>	cichlid
<i>Chironomus plumosus</i>	midge	<i>Simulium venustum</i>	black fly
<i>Chironomus riparius</i>	midge	<i>Stomoxys calcitrans</i>	stable fly
<i>Chironomus sp.</i>	midge	<i>Tilapia mossambica</i>	cichlid
<i>Chironomus tentans</i>	midge	<i>Tilapia nilotica</i>	cichlid
<i>Claassenia sabulosa</i>	stonefly	<i>Tilapia rendalli</i>	cichlid
<i>Coleoptera</i>	beetles and weevils		
<i>Culex pipiens</i>	mosquito fly		
<i>Culex sp.</i>	mosquito fly		
<i>Culex theileri</i>	mosquito fly		
<i>Drosophila melanogaster</i>	fruit fly		
<i>Ephemerella sp.</i>	mayfly		
<i>Glossina</i>	tsetse fly		
<i>Gryllus pennsylvanicus</i>	field cricket		
<i>Hexagenia sp.</i>	mayfly		
<i>Ischnura verticalis</i>	damselfly		
<i>Isoperla sp.</i>	Stonefly		

9. Bijlagen Veldstudie

Tabel 11.1 Overzicht van aangeleverde eieren grote karekiet uit NW-Overijssel en schatting van beschikbare hoeveelheid materiaal voor analyse.

Volgnr.*	Jaar	Gebied	Nestcode	Aantal	Schatting beschikbare hoeveelheid **			
Binnenwateren								
2	96	VH	7	1				
3	96	VH	9	1				
1	96	WR	15	1				
19	97	GM	1	1				
20	97	GM	3	2				
21	97	GM	5	1				
17	97	WR	14	1				
18	97	WR	16	1				
</								

* volgnr. en nestnr. conform admin. T. Boudewijn en J. Graveland

** gebaseerd op gemiddeld 2 gram (versgewicht) per ei

Locaties: Ketelmeer (KM), Zwarte Meer (ZM) en binnenwateren Vollenhovense Meer VH, Weerribben WR en Giethoornse Meer GM).

Tabel 11.2 Gemeten gehalten aan zware metalen (mg/kg drooggewicht) in eieren van de grote karekiet uit NW-Overijssel.

IVM-code	536EI001	536EI002	536EI004	536EI005	536EI007	536EI008
code opdrachtgever	Vollehovense	Giethoornse	Zwarte	Zwarte	Ketel	Ketel
	meer	meer 2 x ei	meer	meer	meer	meer
	1996	1997	1996	1997	1996	1997
	nestnr. 9	nestnr. 1	nestnr. 4	nestnr. 25	nestnr. 149	nestnr. 37
gehaltes op drooggewichtbasis mg.kg-1						
cadmium	<0.049	<0.058	<0.05	<0.031	0.200	0.290
kwik	*0.15	*0.26	<0.10	0.30	*0.32	0.67
lood	<0.48	<0.57	<0.49	<0.31	<0.51	<0.75
zink	42.6	36.5	47.2	51.5	33.2	34.5
inweeg materiaal (g)	0.223	0.190	0.222	0.351	0.211	0.143
drooggewicht	22%	20%	23%	35%	20%	16%

* gehalte gemeten in interval tussen detectiegrens (LOD limit of detection) en grens voor betrouwbare kwantitatieve bepaling (LOQ limit of quantification). Detectiegezen zijn mede afhankelijk van de hoeveelheid ingewogen materiaal.

Tabel 11.3 Gemeten gehalten aan PCB's en gechlloreerde bestrijdingsmiddelen (OCB's) in µg/kg versgewicht (tenzij anders aangegeven) in eieren van de grote karekiet uit NW-Overijssel.

code IVM	536EI003	536EI006	536EI009
code opdrachtgever	pool VH, GM en WR	pool Zwarte Meer	pool Ketel Meer
monsterinweeg, vers (g)	4.0	3.9	4.1
vetgehalte**	7.2%	6.2%	7.1%
PCB 28	*1.1	*2.2	6.2
PCB 52	<0.25	0.86	4.0
PCB 101	2.9	15	32
PCB 118	27	51	86
PCB 153	85	190	350
PCB 153 lipid wt	1181	3065	4930
PCB 138	46	92	170
PCB 180	38	98	190
Σ 7 PCB's	200	449	838
Σ 7 PCB's lipid wt	2780	7243	11806
pentachloorbenzeen	1.3	1.7	2.9
hexachloorbenzeen	4.6	11	25
heptachloor	<0.22	<0.26	<0.24
octachloorstyreen	1.5	3.2	5.1
o,p'-DDE	<0.25	<0.26	<0.24
p,p'-DDE	34	380	36
o,p'-DDD	<0.5	<0.52	<0.48
p,p'-DDD	<6.5	*1.8	2.8
o,p'-DDT	<1.0	<1.3	<0.96
p,p'-DDT	<0.25	<0.26	<0.24
alfa-HCH	<0.19	<0.36	<0.48
beta-HCH	*3.8	7.1	8.5
gamma-HCH	<4.7	<3.1	<3.1
cis-heptachloorepoxide	<0.50	*1.2	1.8
trans-heptachloorepoxide	<0.50	<0.52	<0.48
dieldrin	<1.5	*1.0	*1.4
endrin	<2.0	<2.1	<2.9
aldrin	<0.25	<0.26	<0.24
telodrin	<0.25	<0.26	<0.24
isodrin	<0.90	<1.9	<0.87
alfa-endosulfan	<0.50	<0.52	<0.48
hexachloorbutadieen	<0.15	<0.26	<0.22

* gehalte gemeten in interval tussen detectiegrens (LOD limit of detection) en grens voor betrouwbare kwantitatieve bepaling (LOQ limit of quantification). Detectiegeuzen zijn mede afhankelijk van de hoeveelheid ingewogen materiaal. * pentaan extraheerbaar.

Samenstelling mengmonsters: 536EI003 = 96VH9 + 96VH7 + 97GM1 + 97GM3 + 97GM5 + 97WR14 + 97WR16; 536EI006 = 96ZM4 + 96ZM16(1) + 96ZM16(2) + 96ZM16(4) + 96ZM14(2) + 96ZM14(3) + 97ZM25(1); 536EI009 = 96KM149 + 96KM176 + 96KM178 + 96KM185(3) + 97KM37(1) + 97KM37(2) + 97KM37(3) + 97KM32 + 97KM33 + 97KM40 + 97KM42.

Tabel 11.4 Non-, mono- en di-ortho PCB's (in µg/kg versgewicht) in eieren van de grote karekiet uit NW-Overijssel.

code IVM		536ei003	536ei009
code opdrachtgever	WHO-TEF ^c	pool van eieren uit VH, GM en WR	pool van eieren uit Ketel Meer
monsterinweeg, vers (g)		7.1	6.1
vetgehalte ^b		6.9%	6.0%
<i>di-ortho PCB's^a</i>			
PCB 28		1	3
PCB 52		0.3	3
PCB 101		2	26
PCB 153		67	250
PCB 138		39	130
PCB 180		32	140
<i>mono-ortho PCB's</i>			
PCB 118	0.00001	20	56
PCB 123	0.00001	0.2	0.7
PCB 114	0.0001	0.4	1
PCB 105	0.0001	11	20
PCB 167	0.00001	2	8
PCB 156	0.0001	4.6	27
PCB 157	0.0001	0.5	2.1
PCB 189	0.00001	<0.01	<0.01
<i>non-ortho PCB's</i>			
PCB 77	0.05	0.02	0.12
PCB 126	0.1	0.12	0.32
PCB 169	0.001	0.05	0.09
Σ 17 PCBs w. wt		295	667
Σ 17 PCBs lipid wt		4275	11122
Σ TEQ mon-ortho w. wt		0.002	0.006
Σ TEQ non-ortho w. wt		0.013	0.038
Σ TEQ w. wt		0.015	0.044
Σ TEQ lipid wt		0.22	0.73

Samenstelling van mengmonsters aangegeven bij Tabel 11.3.

^a di-ortho PCB's gemeten in pentaan/dichloormethaan soxhlet extracten; deze gehalten kunnen iets afwijken ten opzichte van de in pentaan extracten gemeten di-ortho PCB's (Tabel 11.3).

^b pentaan/dichloormethaan extraheerbaar.

^c WHO-TEF waarden conform consensus TEF waarden voor vogels Van den Berg (1997)